



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE BIOTECNOLOGIA E BIOPROCESSOS  
CURSO DE ENGENHARIA DE BIOTECNOLOGIA E BIOPROCESSOS**

**LUZIA BATISTA MOURA**

**PRODUÇÃO VEGETAL E QUANTIFICAÇÃO DE FLAVONOIDES E TANINOS DA  
DROGA VEGETAL DE *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan**

**SUMÉ - PB  
2021**

**LUZIA BATISTA MOURA**

**PRODUÇÃO VEGETAL E QUANTIFICAÇÃO DE FLAVONOIDES E TANINOS DA  
DROGA VEGETAL DE *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan**

**Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção de título de Bacharel em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos.**

**Orientadora: Professora Dr<sup>a</sup>. Aleksandra Vieira de Lacerda.**

**SUMÉ - PB  
2021**

M929p

Moura, Luzia Batista.

Produção vegetal e quantificação de flavonoides e taninos da droga vegetal de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. / Luzia Batista Moura. - 2021.

51 f.

Orientadora: Professora Dr<sup>a</sup>. Alecksandra Vieira de Lacerda.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Bacharelado em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos.

1. Tecnologias Analíticas. 2. População Vegetal. 3. Desenvolvimento Sustentável. 4. Semiárido Brasileiro. 5. Bioma caatinga. 6. *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. 7. Flavonoides e taninos. I. Lacerda, Aleckandra Vieira de. II. Título.

CDU: 581.6(043.1)

**LUZIA BATISTA MOURA**

**PRODUÇÃO VEGETAL E QUANTIFICAÇÃO DE FLAVONOIDES E TANINOS DA  
DROGA VEGETAL DE *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para obtenção de título de Engenheira de Biotecnologia e Bioprocessos.

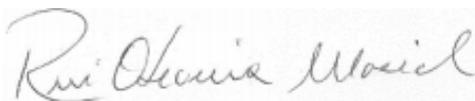
**BANCA EXAMINADORA:**



**Professora. Dr<sup>a</sup>. Alecksandra Vieira de Lacerda**  
**Orientadora - UFCG**



**Professora. Dr<sup>a</sup>. Carina Seixas Maia Dornelas**  
**Examinadora I - CDSA/UFCG**



**Professor Dr. Rui Oliveira Macedo**  
**Examinador II - CCS/UFPB**



**Mestra Azenate Campos Gomes**  
**Examinador III – Pesquisadora – Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos**

**Trabalho aprovado em: 12 de maio de 2021.**

**SUMÉ - PB**

Dedico este trabalho a Deus por ter me dado forças para seguir em busca dos meus objetivos.

A minha família por todo apoio e confiança, por estarem sempre ao meu lado, em especial a minha mãe Luísa F. da Silva Moura que sonha os meus sonhos e neles se realizam, pelo amor incondicional, força e incentivo diário.

A minha orientadora Alecksandra Vieira de Lacerda por todo carinho, amizade, dedicação, orientação e pela oportunidade de crescimento durante minha graduação e a todos os professores que me apoiaram ao longo do meu curso.

A família do Laboratório de Ecologia e Botânica – LAEB/CDSA/UFCG, por todo companheirismo, amor e amizade. A todos meus amigos que sempre estiveram comigo. E a todos que contribuíram para realização deste trabalho minha eterna gratidão.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pois é por Ele que tenho forças para enfrentar cada novo dia com garra e fé, sem desanimar diante das dificuldades que surgem, pela presença constante na minha vida e pelas pessoas que colocastes em meu caminho.

A minha mãe, Luísa F. da Silva Moura por tudo que fez e faz por mim, pela educação pautada, pelo amor incondicional que é ofertado, pela compreensão e dedicação de uma vida toda, sou muito grata pelas horas em que ficou ao meu lado, não me deixando desistir, por não medir esforços para me levar a conquistas, por me ensinar que devo sempre batalhar pelos meus sonhos e por me fazer acreditar na realização deles.

A minhas irmãs, Francisca B. Moura, Celly B. Moura, Vanilma B. Moura e Maria B. Moura, e aos meus irmãos José Ronildo Batista e José Irisvan Batista, pelo apoio de sempre, por todo amor, amizade e companheirismo, e mesmo distantes estarem sempre presente na minha vida durante essa caminhada, gratidão por tudo que fizeram por mim.

A Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) - Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA) de forma especial ao Laboratório de Ecologia e Botânica – LAEB, por ter proporcionado grandes experiências para meu crescimento pessoal e profissional.

A professora Alecksandra Viera de Lacerda, por todo carinho, paciência, dedicação, amizade e orientações, por acreditar e confiar em mim, por contribuir diretamente na minha formação, por ter sido, durante alguns anos da minha graduação, força principal para meu crescimento profissional. Agradeço a Azenate Campos Gomes, por todos os ensinamentos compartilhados, por toda amizade e compreensão, e ao professor Rui Oliveira Macedo pela confiança e oportunidades que a mim foi depositada, sou extremamente grata por ter tido três profissionais como vocês ao meu lado, transmitindo conhecimentos e assim tornado possível a realização deste trabalho.

A meus amigos que levarei para minha vida, Maria Pereira de Araújo e Romário de Sousa Almeida, que sempre estiveram comigo durante a graduação, me dando todo apoio, obrigado por toda amizade, amor e irmandade, por a nossa parceria de sempre, um ajudando ao outro, por todos os momentos difíceis que vencemos juntos, mas também por todas as alegrias compartilhadas dia após dia, tudo ficou mais leve ao lado de vocês, os tenho como verdadeiros irmãos, sei que o nosso trio vai além da universidade e sou muito grata pela vida de vocês.

A minha amiga Daiana Danubia B. de Oliveira, um dos primeiros presentes que a universidade me deu, a qual sempre me acolheu com todo amor e carinho, me ajudando a não

desistir dos meus sonhos, sou muito grata a seus pais e sua irmã, que sempre me receberam com toda afabilidade e que se tornaram minha família durante todo esse tempo, serei eternamente grata por todo afeto, vocês são presentes que Deus e Sumé me deu.

A minha amiga e comadre Aline Soares Pimentel, pela verdadeira amizade e principalmente por estar comigo nesta caminhada tornando-a mais fácil, ajudando-me sempre que precisei na minha vida acadêmica e pessoal. Aos demais amigos que a graduação me concedeu, Jayane Araújo, Brenda Souza, Wagner Gouveia, Sabrina de Lima, Virginia Amorim, Walber Gouveia, Rafaele Maciel, Kaique Muniz, Darlan Souza, gratidão por toda amizade e carinho.

Aos amigos da minha turma de 2016.1 que foram e continuam sendo grandes amigos, que muito me ajudaram nos momentos de dificuldades no decorrer do curso, em especial a Judiêdo Morais, George Lacerda, Eliel Barbosa, Paulo Theodoro, Fabricio Soares, José Carlos Aires e João Paulo de Sousa. Gratidão por todos os momentos que passamos juntos, por todo o amor, paciência, companhia e risadas.

Aos demais amigos e companheiros do LAEB, Francisco Braz, Valdeilson Marques, Francisca Barbosa, Vinicius Silva, Jéssica Alexandre, Eduardo Bezerra, Manuela Luiza, Isabela Santos e Andressa Keyla, vocês são especiais em minha vida, obrigado por tudo.

Aos meus amigos da minha cidade, em especial a Maxsuel Caldas, que mesmo a quilômetros de distância, foi um grande suporte para vencer as adversidades da vida, por toda força e amor, nunca me deixando sozinha, a Rayla Tomaz, Roseane Emiliano, Isabela Alves, Cleison Leite, Maria Sousa, Lollô Rufino, Bia Souza, Gabriela Lopes, Kuan Rodrigues, Francinildo Feitosa, Emanuel Lopes, Brenner Lopes e a minhas madrinhas, Damiana Anália e Maria do Socorro Leite, obrigado pelos momentos de diversão, desabafo, conselhos e carinho.

Aos meus amigos que se tornaram minha família, aqueles que fizeram e fazem parte da Residência Universitária, agradeço pela ajuda, acolhimento e companheirismo de um com o outro, em especial a minhas amigas as quais dividimos quarto, Shirley Ribeiro, Mônica Rocha, Emanuelle Santos e Luclécia Pereira, e aos demais amigos, Davi Neves, Isaak Geronimo, Dayanne Siqueira, Dayse Freitas, Danilo Silva, Hugo Simplicio, Priscila Brito, Jarlean Lopes, Sara Tolentino, Aleson Lundgren Micilene Araújo, Elizandra Sarana, Maicon Caatingueiro, Marcelle Costa, Rosane Marques, Tamires Bezerra, Isabelle Louise, Marco Antonio, Rainy Sousa, José Carlos Lopes, Robenilson Alves, Plauto Vilar, e aos demais residentes.

Aos meus professores do CDSA/UFCG, pela contribuição para minha formação, por toda dedicação e carinho, em especial ao professor e coordenador de curso Bruno Rafael P.

Nunes, Aldre Jorge, Morgana Canuto, Jean Queiroz, Ariane Barros, Tatiana Simões, Fabiana Pimentel, Adriano Barros, Glauciane Coelho e Ana Verônica Nascimento.

A Gerência de Assuntos Estudantis, por todos os serviços prestados com toda dedicação e carinho, em especial a Rogéryo Fernandes, Rivaldo Bezerra, Vanya Araújo e Laís Andrade. Minha gratidão a todos que contribuíram diretamente ou indiretamente para que fosse possível a realização da minha graduação.

## RESUMO

Objetivou-se com este trabalho caracterizar a produção vegetal e avaliar o quantitativo de flavonoides e taninos condensados de indivíduos jovens de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan em diferentes localidades. As sementes foram provenientes de matrizes adultas localizadas nos municípios de Serra Branca e Sumé no Cariri paraibano. O material coletado foi conduzido para o Laboratório de Ecologia e Botânica - LAEB/UFPG/CDSA, no município de Sumé para triagem e identificação dos lotes para produção. A produção vegetal foi executada no Viveiro para Produção de Mudanças Nativas e Estudos de Ecologia e Dinâmica de Caatinga - LAEB/UFPG/CDSA, em condições de sombreamento de 50% e o substrato composto por areia, esterco caprino e terra de subsolo na proporção de 1,5:1,0:0,5. O experimento foi conduzido em 200 sacos de mudas, sendo que para cada saco foi semeada uma semente, perfazendo a disposição total de 100 sementes de *A. colubrina* das matrizes de Sumé e 100 sementes das matrizes de Serra Branca. Foram avaliados os parâmetros de emergência (%), índice de velocidade de emergência (IVE), durante um período de 30 dias após a semeadura e também foram analisados: altura, diâmetro, massa fresca e massa seca. Após 90 dias de avaliação o material vegetal foi coletado e conduzido para o Instituto de Pesquisa em Fármacos e Medicamentos – IPeFarM, para análise fitoquímica. Considerando a produção vegetal de *A. colubrina* observou-se que as sementes do município de Sumé tiveram um melhor desempenho, registrando emergência de 70% e IVE de 11,19 enquanto as do município de Serra Branca obtiveram emergência de 58% e IVE de 10,03. Os parâmetros relacionados a altura, diâmetro, massa fresca e seca foram indicativos de um bom desenvolvimento. Para sementes provenientes de Sumé e Serra Branca verificou-se ainda que não houve diferença estatística entre as médias de diâmetro, massa fresca e seca. Nesse sentido, ressalta-se que apenas o parâmetro altura apresentou diferença estatística, se destacando com maiores crescimentos os indivíduos de Sumé. O método analítico pré-validado por espectrofotometria UV/Vis demonstrou que o método é seletivo, linear, sensível, preciso e robusto, estando adequado para a finalidade pretendida. Relacionado aos dados de quantificação de taninos e flavonoides das respectivas matrizes estudadas, observou-se que os indivíduos jovens de *A. colubrina*, apresentaram concentrações de taninos entre  $28,05 \pm 3,5$  (mg/g) para Sumé e  $26,55 \pm 1,7$  (mg/g) para Serra Branca, e as concentrações de flavonoides foram de  $24,17 \pm 2,6$  (mg/g) para Sumé e  $23,64 \pm 3,2$  (mg/g) para Serra Branca. Assim, registrou-se na quantificação de taninos e flavonoides dos indivíduos jovens de *A. colubrina* que as concentrações foram significativas. Além disso, observou-se que houve diferença entre Sumé e Serra Branca apenas para a concentração de taninos. Portanto, os dados levantados se mostram relevantes para subsidiar as escalas de cadeia produtiva relacionados a produtos naturais e a conservação da biodiversidade no contexto do Semiárido brasileiro.

**Palavras-chave:** Tecnologias Analíticas. População Vegetal. Desenvolvimento Sustentável. Semiárido.

## ABSTRACT

Oaimed at this work characterize plant production and evaluate the quantity of flavonoids and condensed tannins of young individuals from *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan in different locations. The seeds came from adult matrices located in the municipalities of Serra Branca and Sumé in Cariri, Paraíba. The collected material was taken to the Laboratory of Ecology and Botany - LAEB/UFCG/CDSA, in the municipality of Sumé for sorting and identification of the batches for production. Vegetable production was carried out at the Nursery for the Production of Native Seedlings and Studies of Ecology and Dynamics of Caatinga - LAEB/UFCG/CDSA, in 50% shading conditions and the substrate composed of sand, goat manure and subsoil in the proportion of 1.5: 1.0: 0.5. The experiment was conducted in 200 bags of seedlings, and for each bag a seed was sown, making the total disposition of 100 seeds of *A. colubrina* from Sumé matrices and 100 seeds from Serra Branca matrices. The emergency parameters (%), emergency speed index (IVE), over a period of 30 days after sowing and height, diameter, fresh weight and dry weight were also analyzed. After 90 days of evaluation, the plant material was collected and taken to the Pharmaceuticals and Medicines Research Institute - IPeFarM, for phytochemical analysis. Considering the vegetable production of *A. colubrina* it was observed that the seeds from the municipality of Sumé had a better performance, registering an emergence of 70% and an IVE of 11.19 while those from the municipality of Serra Branca had an emergence of 58% and an IVE of 10.03. The parameters related to height, diameter, fresh and dry weight were indicative of good development. For seeds from Sumé and Serra Branca, it was also verified that there was no statistical difference between the averages of diameter, fresh and dry mass. In this sense, it is emphasized that only the height parameter presented statistical difference, with the Sumé individuals standing out with greater growth. The analytical method pre-validated by UV/Vis spectrophotometry demonstrated that the method is selective, linear, sensitive, precise and robust, being adequate for the intended purpose. Related to data from quantification of tannins and flavonoids from the respective studied matrices, it was observed that young individuals from *A. colubrina*, presented tannin concentrations between  $28.05 \pm 3.5$  (mg/g) for Sumé and  $26.55 \pm 1.7$  (mg/g) for Serra Branca, and the flavonoid concentrations were  $24.17 \pm 2.6$  (mg/g) for Sumé and  $23.64 \pm 3.2$  (mg/g) for Serra Branca. Thus, it registered itself in the quantification of tannins and flavonoids of young individuals from *A. Colubrina* that the concentrations were significant. In addition, it was observed that there was a difference between Sumé and Serra Branca only for the concentration of tannins. Therefore, the data collected are relevant to support the production chain scales related to natural products and the conservation of biodiversity in the context of the Brazilian Semiarid.

**Keywords:** Analytical Technologies. Plant Population. Sustainable Development. Semiarid.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Médias de Desenvolvimento de espécimes de <i>A. colubrina</i> provenientes de matrizes de diferentes ambientes com 90 dias após a emergência.....	<b>32</b>
<b>Tabela 2</b>	Limite de detecção e quantificação ( $\mu\text{g/mL}$ ) para a concentração de taninos e flavonoides em <i>A. colubrina</i> .....	<b>36</b>
<b>Tabela 3</b>	Precisão intermediária da concentração de taninos e flavonoides em <i>A. colubrina</i> .....	<b>37</b>
<b>Tabela 4</b>	Ensaio de robustez de taninos e flavonoides nas soluções fluídas de <i>A. colubrina</i> .....	<b>38</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b>	Emergência de <i>A. colubrina</i> ao longo de 30 dias após a semeadura.....	<b>28</b>
<b>Gráfico 2</b>	Índice de Velocidade de Emergência (IVE) de <i>A. colubrina</i> ao longo de 30 dias após a semeadura.....	<b>29</b>
<b>Gráfico 3</b>	Desenvolvimento ao longo do tempo da altura de espécimes de <i>A. Colubrina</i> provenientes de matrizes de Sumé e Serra Branca aos 30, 60, 90, 120, 150 dias de avaliação, no Viveiro do Laboratório de Ecologia e Botânica, pertencente ao Centro de Desenvolvimento Sustentável Semiárido, no Município de Sumé, Cariri Ocidental paraibano.....	<b>30</b>
<b>Gráfico 4</b>	Desenvolvimento ao longo do tempo do diâmetro de espécimes de <i>A. colubrina</i> provenientes de matrizes de Sumé e Serra Branca aos 30, 60, 90, 120, 150 dias de avaliação, no Viveiro do Laboratório de Ecologia e Botânica, pertencente ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, no Município de Sumé, Cariri Ocidental paraibano.....	<b>31</b>
<b>Gráfico 5</b>	Espectros de UV-Vis da solução padrão (Catequina) de taninos condensados, e da solução padrão (Rutina) de flavonoides e dos extratos de <i>A. colubrina</i> .....	<b>34</b>
<b>Gráfico 6</b>	Linearidade dos extratos fluídos das concentrações de taninos e de flavonoides em <i>A. colubrina</i> .....	<b>35</b>
<b>Gráfico 7</b>	Concentração de taninos e flavonoides (mg/g) em indivíduos jovens de <i>A. colubrina</i> em diferentes municípios no Cariri paraibano. n Letra iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	<b>39</b>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
2.1	O SEMIÁRIDO BRASILEIRO E O BIOMA CAATINGA: CARACTERÍSTICAS FÍSICA E BIOLÓGICA.....	14
2.2	PRODUÇÃO VEGETAL.....	15
2.3	<i>ANADENANTHERA COLUBRINA</i> (VELL.) BRENAN.....	17
2.4	ASPECTOS FITOQUÍMICOS E FARMACOLÓGICOS DE <i>ANADENANTHERA</i> <i>COLUBRINA</i> (VELL.) BRENAN.....	18
2.5	METABÓLITOS SECUNDÁRIOS: FLAVONOIDES E TANINOS.....	20
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
3.1	ÁREA DE ESTUDO.....	22
3.2	COLETA E ANÁLISE DOS DADOS.....	23
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>41</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O semiárido Brasileiro possui uma extensão territorial de 1,03 milhões de km<sup>2</sup>, é composto por 1.262 municípios englobando os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe, e no norte de Minas Gerais (SUDENE, 2017) A precipitação pluviométrica média anual é igual ou inferior a 800 mm; o índice de Aridez de Thornthwaite é igual ou inferior a 0,50 e o percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60% (IBGE, 2018).

O Bioma Caatinga, ocupa cerca de 11% do país, e caracteriza-se principalmente por ser considerado exclusivamente brasileiro (MMA, 2020). Composto por diferentes fitofisionomias a Caatinga possui uma riqueza biológica muito diversa e com várias espécies endêmicas e raras (LOIOLA *et al.*, 2012).

Apesar da sua importância, o Bioma Caatinga vem sendo desmatado de forma acelerada, principalmente devido à exploração ilegal e insustentável de árvores nativas para a produção de lenha, fins industriais ou domésticos e para conversão de áreas para produção de pastagens e agricultura (MMA, 2017). Dessa forma, sendo necessário o plantio de espécies florestais nativas, como alternativa de manejo para redução desses impactos negativos gerados por essas atividades (ALMEIDA *et al.*, 2020).

Assim, a produção de mudas nativas, é uma atividade de grande importância no sistema de propagação e conservação de espécies. No entanto, para produção vegetal é necessário o conhecimento do comportamento das espécies vegetais, levando em consideração suas exigências para a produção, que de acordo com Antoniazzi *et al.* (2013), para obter sucesso na produção de mudas de espécies nativas, além da necessidade da escolha das sementes e dos substratos, os recipientes como tubetes e sacos plásticos são os mais utilizados, pois irão influenciar diretamente na qualidade das mudas.

Considerando as inúmeras espécies com alto valor socioeconômico e ambiental do Bioma Caatinga tem-se a *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. Esta espécie, apresenta uma ampla distribuição neste Bioma possuindo sementes com reprodução vigorosa, rápida germinação e que não apresentam dormência (RAMOS *et al.*, 2014).

*A. colubrina*, popularmente conhecida como angico-branco, é uma espécie que ocorre na Caatinga e em outros Biomas brasileiros, sendo bastante conhecida e comum, no Nordeste sua distribuição ocorre nos seguintes estados (Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe); Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso); Sudeste (Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo) e Sul (Paraná) (MORIM, 2017).

É uma espécie de grande importância ambiental, sendo recomendada para recuperação de áreas degradadas e para reposição de mata ciliar em terrenos com inundação (CARVALHO, 2003). Apresenta também valor econômico, pois sua madeira é muito empregada para atividades de construção rural e civil, fabricação de móveis rústicos e com fins energéticos, suas cascas são utilizadas para obtenção de taninos para serem utilizados nos curtumes locais (BARBOSA *et al.*, 2011). Além de ser uma espécie vegetal com alto valor medicinal, ocupando posição de destaque entre as plantas medicinais no Nordeste brasileiro (PESSOA *et al.*, 2012). De acordo com Dias *et al.* (2016), é uma população vegetal que possui ampla classe de metabólitos secundários, como: taninos, flavonoides e entre outros compostos fenólicos, sendo reconhecidos por sua atividade antioxidante e anti-inflamatório.

Nesse contexto os flavonoides representam um dos grupos mais importantes e diversificados entre os produtos de origem vegetal e são amplamente distribuídos nas plantas, geralmente os flavonoides encontrados nas folhas, podem ser diferentes daqueles presentes nas flores, nos galhos, raízes e frutos (MACHADO *et al.*, 2008). Os taninos também, ocorrem em uma ampla variedade de vegetais, e podem ser encontrados nas raízes, na casca, nas folhas, nos frutos, nas sementes e na seiva, sendo classificados em dois grupos: taninos hidrolisáveis e condensados (BATTISTIN, MATSUDA e MACEDO 2008).

Nesse sentido a utilização de plantas com fins terapêuticos são muito utilizadas para tratamento, cura ou prevenção de doenças, sendo uma das formas mais antigas de prática medicinal da humanidade (SALVAGNINI *et al.*, 2008). Porém, para produção de qualidade de um produto fitoterápico, é necessário a padronização de produtos e caracterização dos processos de produção dos insumos de ativos vegetais até o produto acabado, recorrendo assim para as análises quantitativas de marcadores químicos presentes na droga vegetal (DONNO *et al.*, 2016).

Portanto, objetivou-se com este trabalho caracterizar a produção vegetal e avaliar o quantitativo de flavonoides e taninos condensados de indivíduos jovens de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan em diferentes localidades.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O SEMIÁRIDO BRASILEIRO E O BIOMA CAATINGA: CARACTERÍSTICAS FÍSICA E BIOLÓGICA

O Semiárido brasileiro possui uma extensão territorial de 1,03 milhões de km<sup>2</sup>, abrangendo por 1.262 municípios (SUDENE, 2017) e encontra-se situado entre os paralelos de 3, 08° e 17, 66° de latitude sul e entre os meridianos de 35, 25° e 46,12° de longitude a oeste do meridiano de Greenwich (SANTOS *et al.*, 2017).

Devido às irregularidades das chuvas a região Semiárida caracteriza-se por apresentar um clima com aspectos diferentes de outras regiões, apresentando duas estações, sendo a chuvosa que perdura de três a cinco meses, e a seca que dura de sete a nove meses (ANDRADE, 2008).

O Semiárido brasileiro tem a maior parte de seu território ocupada por uma vegetação adaptada às condições do clima, de fisionomia diversificada e que engloba o Bioma Caatinga. Este Bioma considerado de suma importância do ponto de vista biológico, sendo um dos poucos que tem sua distribuição totalmente restrita ao território brasileiro. Estudos recentes, considerando os levantamentos da fauna e da flora, apresentaram que a Caatinga possui um considerável número de espécies endêmicas e, por isso, deve ser considerada um patrimônio biológico de valor incalculável (SILVA *et al.*, 2010).

O Bioma Caatinga é predominante nessa região, ocupando cerca de 11% do país (MMA, 2020). Sendo um bioma rico em biodiversidade e endemismos, com um potencial único de conservação de serviços ambientais associado ao uso sustentável de seus recursos (PEREIRA; CARVALHO, 2008).

A vegetação da caatinga é constituída principalmente por árvores baixas e arbustos profusamente ramificados, frequentemente armados com espinhos ou acúleos, geralmente com folhas pequenas, entremeados com plantas suculentas, e um estrato herbáceo formado por plantas anuais principalmente terófitos, bromélias terrestres e cactos rasteiros (FERNANDES; QUEIROZ, 2018). Para estes autores, a vegetação é fortemente sazonal, apresentando um aspecto luxuriante na estação chuvosa, quando as árvores e arbustos apresentam folhas novas e flores em profusão, isso contrasta fortemente com o seu aspecto na estação seca, quando as plantas estão despidas da folhagem.

Grande parte das espécies vegetais são caducifólias, ou seja, têm folhas decíduas, que caem na época da seca sendo uma resposta à ausência da água. Considerando as distintas

fisionomias, a Caatinga apresenta-se um patrimônio biológico muito diferenciado, com ocorrência de táxons raros e endêmicos (GIULIETTI *et al.*, 2004).

Apesar desse Bioma ser pouco conhecido e estudado, já foram registradas 932 espécies vegetais sendo 380 endêmicas (ALVES *et al.*, 2009). A diversidade biológica da Caatinga é imensamente significativa, quando comparada com outras regiões (TABARELLI *et al.*, 2003). Os autores Pereira e Carvalho (2008), ressaltam a preocupação com o Bioma, devido ao aumento da degradação nessa região. Por isso a importância de estudos que contribuam para a conservação de suas espécies nativas, assim como o desenvolvimento de métodos sustentáveis para preservar seus recursos naturais, uma vez que a caatinga tem um imenso potencial, sustentável e bioprospecção (MMA, 2020).

Como técnicas de recuperação de áreas degradadas no Bioma Caatinga são empregadas várias espécies nativas, onde Maia (2004), indica algumas espécies para recomposição de matas ciliares, plantio na fase posterior da recuperação de área degradada, áreas erodidas e enriquecimento de capoeiras e matas. Assim para esta autora, além de ser utilizadas para recuperação de áreas degradadas, têm propriedades medicinais, forrageira e melhoram as propriedades físicas do solo.

As espécies vegetais da Caatinga têm grandes potenciais tanto no âmbito econômico, em termos forrageiros, frutíferos, como também em termos medicinais, madeireiro e industriais (KIILL, 2009). No âmbito medicinal, muitas espécies vegetais do Bioma Caatinga são amplamente empregadas pela população, especialmente na fitoterapia, abrangendo diversos usos no tratamento de várias doenças (CORDEIRO; FELIX, 2014). Em termos de potencial forrageiro, os estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo de espécies vegetais da caatinga, participam da alimentação de ruminantes domésticos (ARAÚJO *et al.* 2008). A madeira é empregada na construção civil, fabricação de móveis e produtos manufaturados, como instrumentos musicais e esculturas (GOMES *et al.*, 2007). Dessa forma, as espécies vegetais da Caatinga vêm apresentando um vasto potencial econômico para a população (SCHOBER, 2002).

## 2.2 PRODUÇÃO VEGETAL

No cenário atual, a preocupação mundial com relação à qualidade ambiental tem se mostrado cada vez mais frequente, gerando uma demanda crescente de serviços e produtos florestais, em especial, na produção de mudas para a recuperação de áreas degradadas, recomposição florestal para fins econômicos e arborização urbana (KELER *et al.*, 2009).

O ciclo de produção vegetal, relacionam parâmetros fisiológicos e morfológicos apropriados, para que ocorra a sobrevivência das mudas pós-plantio, tendo início na seleção das espécies, escolha das matrizes, coleta, até o processo de plantio em campo (BELLEI, 2013). A qualidade de mudas tem sido abordada em vários trabalhos de pesquisas no Brasil, a maioria procurando definir os melhores recipientes, substratos e adubação (KRATKA; CORREIA, 2015). O tipo e dimensão do recipiente exerce influência na qualidade das mudas produzidas e em seus custos, onde o tamanho em altura das embalagens é mais significativo do que o diâmetro (ANTONIAZZI *et al.*, 2013).

Para produzir mudas nativas de espécies florestais, além da escolha das sementes, o tipo do recipiente utilizado influenciará na qualidade das mudas, ou seja, possibilitando que as raízes das mudas se desenvolvam sem restrições durante o tempo de permanência no viveiro (CARVALHO, 2003). De acordo com Hahn *et al.* (2006) e Antoniazzi *et al.* (2013), para obter sucesso na produção de mudas de espécies nativas, além da necessidade das sementes e dos substratos serem de boa qualidade, os recipientes como tubetes e sacos plásticos de mudas, são os mais utilizados, pois irão influenciar diretamente na qualidade das mudas.

A escolha do substrato para produção de mudas, deve conter diferentes propriedades que proporcione o fácil manejo, uma boa textura e ser rico em nutrientes, podendo ser composto por um único material ou diferentes tipos de materiais, levando em consideração uma boa composição (FAVALESSA, 2011). Pois para elaboração de um substrato, se deve levar em consideração a origem e composição dos materiais que o irão compor, e a proporção entre eles (KRATZ *et al.*, 2013).

Para produção de mudas de qualidade, é importante uma boa iluminação, disponibilidade hídrica, ausência de pragas e doenças, e um bom substrato que proporcione condições favoráveis para a nutrição e desenvolvimento das plantas (COSTA *et al.*, 2020). Conforme Carvalho e Nakagawa (2000), o conhecimento das condições adequadas para a realização do teste de germinação para cada espécie é necessário, principalmente pelas respostas singulares em relação a diversos fatores como substratos, quantidade de água, luz, temperatura, oxigênio e ocorrência de agentes patogênicos associados às sementes.

Para avaliar a qualidade de uma muda, o diâmetro do coleto, é o melhor parâmetro, porém outros parâmetros que determinam padrão de qualidade estão associados à altura, sistema radicular e aéreo, vigor e aspectos nutricionais, e o processo de rustificação para que possa se adaptar as exigências edafoclimáticas (FERREIRA *et al.* 2012).

### 2.3 ANADENANTHERA COLUBRINA (VELL.) BRENNAN

*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, é conhecida popularmente em algumas regiões como Angico-Branco (CARVALHO, 2002). É uma espécie nativa do Brasil ocorrendo nas regiões Nordeste (Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe); Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso); Sudeste (Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo) e Sul (Paraná) (MORIM, 2017). Caracteriza-se como uma das espécies mais predominantes na região Semiárida (JÚNIOR, 2012). Sendo esta, pioneira com grande necessidade de exposição solar e característica caducifólia (GUIMARÃES, 2009).

O gênero *Anadenanthera*, pertence à ordem *Fabales*, à família *Fabaceae*, sub-família *Mimosoideae*, foi inicialmente proposto por J. P. M. Brenan e Reis Altschu, composto por quatro espécies, mas em uma revisão taxonômica desse gênero pelo pesquisador Siri Von Reis Altschul, discorreu que apenas duas espécies compunham o gênero: *A. Peregrina* (L.) Speg. e *A. colubrina* (Vellozo) Brenan, cada uma com duas variedades, sendo diferenciadas por meio de caracteres morfológicos e suas localizações geográficas de origem ou distribuição (VIANA *et al.*, 2014).

Fabaceae constitui uma das maiores famílias de angiospermas, com 727 gêneros e cerca de 19.325 espécies, distribuídas em três subfamílias: Faboideae, Mimosoideae e Caesalpinioideae (LEWIS *et al.*, 2005). A família apresenta uma distribuição ampla ao redor do globo, está presente tanto nas florestas tropicais quanto desertos, planícies e regiões alpinas (DOYLE; LUCKOW, 2003).

*A. colubrina*, apresenta altura de aproximadamente 25 m, especificamente no bioma Mata Atlântica, sendo que seu tronco é cilíndrico e reto (SAUERESSIG, 2014). O diâmetro ao nível do peito pode variar de 30 a 60 cm (LORENZI, 2002). Os frutos dessa espécie possuem formato linear-ondulado de coloração marrom são do tipo folículo, secos e deiscentes, variando de 9 a 14 sementes (BARRETO; FERREIRA, 2011). Apresenta dispersão barocórica e autocórica (SAUERESSIG, 2014).

O Angico-Branco como é conhecido popularmente, apresenta crescimento moderado a rápido, atingindo produtividade anual de até 31,35 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Um problema que pode comprometer sua produtividade é a gomose, uma exsudação através da casca, raízes, troncos ou galhos, cuja intensidade tende a aumentar com a idade do povoamento (CARVALHO, 2002). No processo para a obtenção de sementes, é necessário que os frutos sejam coletados direto da matriz, logo quando inicia a abertura espontânea, em seguida deve ser transportada

para um ambiente ensolarado, para terminar a abertura e acontecer a liberação das sementes (LORENZI, 2002).

Define-se como uma espécie que apresenta um elevado valor ambiental, social e econômico, sendo o manejo dessa população vegetal de grande importância para garantir a renovação dos sistemas naturais no Semiárido brasileiro (ARAÚJO *et al.*, 2018). Sua madeira é muito empregada para atividades de construção rural e civil, fabricação de móveis rústicos e com fins energéticos, suas cascas são utilizadas para obtenção de taninos para ser utilizados nos curtumes locais (BARBOSA *et al.*, 2011). De acordo com Carvalho (2003), *A. colubrina* tem floração exuberante, sendo usada na arborização de estradas, parques e ruas, além disso essa espécie é recomendada para recuperação de áreas degradadas e para reposição de mata ciliar em terrenos com inundação. Segundo Souza *et al.* (2007), seu pólen e néctar servem como alimento de abelhas, representando utilidade econômica na apicultura.

O uso medicinal de *A. colubrina* ocupa posição de destaque entre as plantas medicinais no Nordeste brasileiro, sendo uma das mais usadas popularmente na forma de tintura e decoctos, como adstringente, depurativo e hemostático (PESSOA *et al.*, 2012). A decocção da casca ralada é utilizada para complicações do fígado, gonorreia, infecção dos ovários e como depurativo do sangue. O xarope da casca e da resina é administrado por via oral no tratamento da bronquite e angina (MONTEIRO *et al.*, 2006). A casca da *A. colubrina* é amplamente utilizada na medicina popular nordestina como anti-inflamatório, cicatrizante, para a gastrite, dor de garganta (LORENZI; MATOS, 2008).

#### 2.4 ASPECTOS FITOQUÍMICOS E FARMACOLÓGICOS DE *ANADENANTHERA COLUBRINA* (VELL.) BRENNAN

Uma planta é considerada medicinal por possuir substâncias que têm ação farmacológica que é a atuação dos componentes químicos das plantas no organismo, estas substâncias são denominadas princípios ativos (LORENZI; MATOS, 2002). No Brasil, grupos de pesquisa sobre etnobotânica, fitoterápicos e uso de plantas medicinais tem crescido de forma considerável. Estudos multidisciplinares, especialmente aqueles que unem a fitoquímica e farmacologia, tornaram-se cada vez mais necessários devido ao uso de plantas medicinais (ARAÚJO *et al.*, 2019). Assim, configura-se como sendo uma fonte importante para a descoberta de novos agentes farmacológicos, onde extratos brutos de plantas e substâncias isoladas nos mesmos demonstram atividade contra vários patógenos (LIMA *et al.*, 2014).

Uma planta que tem sido muito utilizada na medicina popular devido à suas propriedades farmacológicas é *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (SANTOS *et al.*, 2013). O uso de plantas medicinais como fonte de desenvolvimento de fitoterápicos eficazes e seguros, requerem estudos de identificação botânica, análises fitoquímicas, toxicológicas e farmacológicas, além do desenvolvimento de formulações e metodologias aplicadas ao controle de qualidade, do processo de produção, da matéria prima e do produto final (CORDELL, 2012).

Para utilizar as plantas medicinais, como matéria-prima para produção de fitoterápicos, tem como pré-requisito a padronização das drogas e extratos vegetais através de diferentes técnicas e procedimentos com objetivo de estabelecer especificações e atributos de qualidade, garantindo assim a eficácia e segurança pretendida (CASTRO; ALBIERO, 2016; SOUSA *et al.*, 2014).

Os extratos de *A. colubrina* apresentam em sua composição muitas classes de metabólitos secundários a exemplo de alcaloides, flavonoides, flavonóis, flavonas, xantonas, esteroides, chalconas, triterpenóides, auronas, flavononas entre outros compostos fenólicos (COLACITE, 2015; MONTEIRO *et al.*, 2014). Estes mesmos autores colocam que estudos demonstram que a entrecasca do caule é rica em taninos, conferindo a essa parte da planta, atividades biológicas importantes, como ação anti-inflamatória, antioxidante e atividade antimicrobiana, sendo que a seiva dessa espécie vegetal demonstrou atividade antitumoral.

Os taninos e flavonoides são compostos fenólicos, se definindo como produto do metabolismo secundário vegetal, reconhecidos por seu uso no tratamento de feridas, queimaduras e inflamações (BRUNETON, 1991). Estudos *in-vitro* e *in-vivo*, realizados com os flavonoides, demonstram seu largo espectro de atividade biológica, como antioxidante, anticarcinogênica, anti-inflamatória e antimicrobiana (DAJAS, 2012).

A análise fitoquímica de extratos aquosos e hidroalcoolicos da *A. colubrina* produzidos a partir da casca e do caule, apresentaram compostos fenólicos de polaridade intermediária e apolares, sendo atribuídos respectivamente a classe dos taninos e flavonoides (ARAÚJO *et al.*, 2015). Estudos demonstraram que a quantidade de taninos na casca do caule poderia variar de 3,21 a 11,07% em relação ao peso total da amostra vegetal, já que a concentração destes compostos depende da interação planta-ambiente, em resposta a diversos fatores biológicos e químicos, como quantidade de nitrogênio e oxigênio disponível no solo (MONTEIRO, 2005).

Um produto fitoterápico composto de *A. Colubrina* que tem uso tradicional na região Nordeste do Brasil é o Elixir Sanativo® (SAN). Um extrato fluido que é indicado no tratamento

de feridas, queimaduras, inflamações de garganta, de tecidos epiteliais lesionados e com propriedades adstringentes. Sua fórmula é constituída por 20% de *A. colubrina* (angico) e associações (LIMA *et al.*, 2006).

## 2.5 METABÓLITOS SECUNDÁRIOS: FLAVONOIDES E TANINOS

O metabolismo é um grupo de reações químicas que está sempre acontecendo em cada célula. Recebem o nome de metabólitos os compostos químicos que são formados, degradados ou transformados (SIMÕES *et al.*, 2010). Sendo assim, podem ser divididos em metabólitos primários e metabólitos secundários (WAKSMUNDZKA; SHERMA; KOWALSKA, 2008). Os vegetais, microrganismos e em menor escala animais, possuem um metabolismo diferenciado (enzimas, coenzimas e organelas) no qual são capazes de produzir, transformar e acumular substâncias não necessariamente ligadas de forma direta à manutenção da vida do organismo produtor (SILVA, 2013).

Existem três grandes grupos de metabólitos secundários que são os compostos fenólicos, terpenos e alcaloides (TAIZ; ZEIGER, 2009). Os compostos fenólicos são derivados do ácido chiquímico e ácido mevalônico. Os terpenos são produzidos a partir do ácido mevalônico (no citoplasma) ou do piruvato e 3-fosfoglicerato (no cloroplasto). Os alcaloides são oriundos de aminoácidos aromáticos (triptofano, tirosina), os quais são derivados do ácido chiquímico e de aminoácidos alifáticos (ornitina, lisina). Flavonoides, taninos e ligninas fazem parte dos compostos fenólicos; óleos essenciais, saponinas, carotenoides e a maioria dos fitoreguladores são terpenos; nicotina, cafeína e vincristina são alguns exemplos de alcaloides (PERES, 2004).

Os flavonoides representam um dos grupos mais importantes e diversificados entre os produtos de origem vegetal e são encontrados nas folhas, nas flores, nos galhos, raízes e frutos (MACHADO *et al.*, 2008). Os flavonoides apresentam diversidades estruturais, sendo subdivididos em classes principalmente de acordo com o grau de oxidação e substituição do anel C (PIETTA, 2000). Possuem diversas funções, sendo importantes agentes de defesa contra insetos e microrganismos fitopatogênicos, como vírus, bactéria e fungos, atuando como defensores naturais das plantas na forma de resposta química a invasão de patógenos (ZUANAZZI, 2000; YAO-LAN *et al.*, 2002). Além de proteger os vegetais contra incidência de raios UV e atrair animais polinizadores (SIMÕES *et al.*, 2010).

Os taninos ocorrem em uma ampla variedade de vegetais e são classificados em dois

grupos: taninos hidrolisáveis e condensados (BATTESTIN; MATSUDA; MACEDO, 2008). Os extratos tânicos são utilizados desde a antiguidade para transformar a pele animal em couro curtido, tal transformação ocorre em função dos taninos se associarem e precipitarem as proteínas presentes nas peles dos animais podendo ser encontrados em várias partes do vegetal, como madeira (cerne), casca, frutos, sementes, folhas e raízes (PAES *et al.*, 2010).

Os taninos vegetais além de serem utilizados no curtimento de peles, são também utilizados na indústria de petróleo como agente dispersante para controlar a viscosidade de argilas na perfuração de poços (PAES *et al.*, 2006). Sendo, também empregado na fabricação de floculantes e ou coagulantes e auxiliares de floculação para tratamento de águas e efluentes industriais (KLUMB; FARIA, 2012).

Os compostos fenólicos, representados principalmente por taninos e flavonoides, se destacam como os principais grupos de antioxidantes naturais, pois esses atuam como eficientes captadores de radicais livres e interrompem as reações em cadeia, isto se deve ao seu potencial de agir como doadores de hidrogênio (DELAZAR *et al.*, 2006).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

As sementes de *A. colubrina* (Vell.) Brenan foram coletadas em 2019 de matrizes adultas situadas na área rural de Serra Branca. Este município se localiza na microrregião do Cariri Ocidental no estado da Paraíba (07° 30' 51.1'' de latitude (S), 36° 41' 91.5'' de longitude (W) e altitude média de 493 metros). Sua população foi estimada em 13.699 habitantes, distribuídos em 698,102 km<sup>2</sup> de área territorial (IBGE, 2019). Processou-se também coletas de sementes no município de Sumé. Este município está localizado na mesorregião da Borborema e microrregião do Cariri Ocidental paraibano. A população do município possui 16.966 habitantes e tem uma área de 833,315 Km<sup>2</sup>, representando 1,53% da área do estado (IBGE, 2019). Encontra-se à 250 km de distância da capital João Pessoa, numa altitude média de 533 m. Suas coordenadas geográficas são 07° 40' 18" de latitude Sul e 36° 52' 48" de longitude Oeste (EMBRAPA, 2006).

A produção vegetal foi realizada no município de Sumé Cariri paraibano, as mudas da espécie estudada foram produzidas no Viveiro de Produção de Mudas Nativas e Estudos de Ecologia e Dinâmica de Caatinga pertencente ao Laboratório de Ecologia e Botânica do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (7°39'34.84'' S e 36°53'35.96'' W; 538 m de altitude) (Mapa 1). Este viveiro apresenta-se com 50% de sombreamento.

**Mapa 1** - Localização do Viveiro do Laboratório de Ecologia e Botânica, pertencente ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, no Município de Sumé, Cariri Ocidental paraibano (7°39'36.56'' S e 36°53'33.21'' W; 540 m de altitude).



Fonte: Lima, *et al.* (2018).

### 3.2 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

As sementes coletadas foram levadas para o Laboratório de Ecologia e Botânica - LAEB/UFCG/CDSA, onde foram triadas manualmente para a seleção das sementes em boas condições. A produção vegetal ocorreu no viveiro de mudas, do LAEB/UFCG, no dia 11 de outubro de 2019, sendo conduzido em 200 sacos de mudas (dimensão de cada saco = 23 cm de altura por 11 cm de largura), dividido em dois blocos, cada bloco com 100 sementes. A distribuição foi processada da seguinte forma: 100 sementes de *A. Colubrina* das matrizes do município de Sumé e 100 sementes das matrizes do município de Serra Branca. Cada saco contendo substrato na proporção 1,5:1,0:0,5 de areia, esterco e terra de subsolo. Para cada saco foi semeada uma semente, totalizando 200 sementes. Após o plantio, cada saco foi irrigado com 150 ml de água diariamente. As avaliações de contagem das plântulas foram realizadas diariamente durante 30 dias, sendo consideradas emersas as plântulas que apresentavam cotilédones acima do nível do substrato.

As variáveis avaliadas foram Emergência (E), conforme indicações de Carvalho e Nakagawa (2012), e Índice de Velocidade de Emergência (IVE) proposta por Maguire (1962), através das seguintes equações:

$$\text{Emergência (E)} = (N/A) \times 100 \text{ (Equação 1)}$$

Onde N = número de plântulas no final do teste;

A= número de sementes semeadas.

$$\text{(IVE)} = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn \text{ (Equação 2)}$$

Onde: E1, E2, En = número de sementes emergidas computadas em cada contagem;

N1, N2, Nn = número de dias, em relação à data da semeadura.

A cada 30 dias após a emergência dos indivíduo foi realizado a determinação da altura da parte aérea com auxílio de uma régua graduada em centímetro, medindo a distância entre o colo e o ápice, e o diâmetro do caule ao nível do solo por meio de paquímetro digital (0,01mm) Fotografia 1.

**Fotografia 1** - Acompanhamento do desenvolvimento *A. colubrina* no Viveiro do Laboratório de Ecologia e Botânica – LAEB/UFCG/CDSA.



Fonte: Acervo da Pesquisa.

Ao completar três meses (90 dias), foi coletado a parte aérea de 15 indivíduos de cada bloco, totalizando 30 indivíduos, o critério utilizado para coleta foram os indivíduos que apresentaram um maior crescimento, para obtenção da massa fresca e seca, sendo utilizado a balança analítica e para processo de secagem usou-se a estufa de circulação de ar á 42°C e os resultados das devidas massas foram expressos em g.

Para a análise da quantificação de taninos e flavonoides, o material vegetal foi coletado no viveiro de mudas pertencente ao Laboratório de Ecologia e Botânica (UFGC-CDSA). A coleta dos 30 indivíduos deu-se a partir dos 20 cm acima do nível do solo, que em seguida foram pesados e secados, para posteriormente passar pelo processo de moagem em moinho analítico (Fotografia 2).

**Fotografia 2** - Processo de pesagem, secagem e trituração da *A. colubrina* no Laboratório de Ecologia e Botânica – LAEB/UFCG/CDSA.



Fonte: Acervo da Pesquisa.

O material em seguida foi conduzido ao Instituto de Pesquisa em Fármacos e Medicamentos (IPeFarM-UFPB), sendo que os indivíduos foram aglomerados por localidade, para a produção do extrato vegetal e posteriormente foi realizado a separação granulométrica em tamisador industrial, obtendo-se tamanho de partículas <50 mesh.

Para determinação do método para quantificação da droga vegetal realizou-se três repetições de cinco pontos, ou seja foram preparados extratos hidroalcoólicos (50%) da parte aérea na proporção de 50 ml em cinco concentrações (0,750; 1,125; 1,500; 1,875; 2,250 g). A extração foi realizada em agitador mecânico IKA RW 20 de hélice em 720 Hz/min durante 10 minutos. As amostras foram filtradas em papel filtro com auxílio de bomba a vácuo (Fotografia 3).

**Fotografia 3** - Extração da droga vegetal da *A. colubrina* no Instituto de Pesquisa Fármacos e Medicamentos (IPeFarM-UFPB).



Fonte: Acervo da Pesquisa.

O teor de taninos foi determinado pelo método de reação com vanilina: HCL, no qual pipetou-se da concentração média (1,5 g da droga vegetal para 50 mL de solução hidroalcoólica 50%) 200µl do extrato + 1,5 mL de uma solução de vanilina a 4% diluída inicialmente em metanol e depois diluída novamente em HCl P.A (37%). A reação ocorreu em tubos de ensaio por 20 minutos, quando acrescentou-se 1,3 mL de água destilada para completar volume final de 3 ml. Para determinação de flavonoides, pipetou-se da concentração média (1,5 g da droga vegetal para 50 mL de solução hidroalcoólica 50%) 150 µl do extrato vegetal + 2 ml de Cloreto de alumínio (AlCl<sub>3</sub>). A reação ocorreu em tubos de ensaio por 20 minutos, quando acrescentou-se 1,850 mL de água destilada para completar volume final 4 mL. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro ultravioleta visível a 500 e 405 nm para taninos e flavonoides respectivamente (Fotografia 4).

**Fotografia 4** - Preparação das dosagens para leitura no espectrofotômetro do extrato vegetal da *A. colubrina* no Instituto de Pesquisa Fármacos e Medicamentos (IPeFarM-UFPB).



Fonte: Acervo da Pesquisa.

Foram avaliados os parâmetros seletividade, linearidade, limite de detecção e quantificação, precisão e robustez (BRASIL, 2017).

A seletividade do método foi avaliada através da aplicação do método scan, com uma varredura de 400 a 800 nm em espectrofotômetro ultravioleta visível para identificação do pico de taninos no padrão catequina e no extrato da parte aérea e de 300-800 nm para identificação do pico de flavonoides no padrão rutina e no extrato da parte aérea.

Na linearidade, adotou-se as curvas de Catequina para quantificação de taninos e rutina para quantificação de flavonoides desenvolvida por Gomes *et al.* (NO PRELO) para indivíduos jovens de *Sideroxylon obtusifolium* (Humb. ex Roem. & Schult.) T.D. Penn. Para taninos, foram obtidas soluções com concentrações de 26,5; 39,8; 53,1; 66,4 e 79,6  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ . As concentrações para flavonoides foram: 13,3; 20,0; 26,6; 33,3 e 40,01  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ . As curvas foram preparadas em três dias diferentes. Para verificar a linearidade (capacidade do método de gerar resultados diretamente proporcionais a concentração do analito) os dados foram submetidos à regressão linear dos mínimos quadrados, tendo sido obtido a equação da reta e coeficiente de correlação mínimo aceitável  $R^2 = 0.991$  (BRASIL, 2017).

Os limites de detecção e quantificação foram estimados em  $\mu\text{g}/\text{mL}$  considerando o desvio padrão em razão ao coeficiente angular (inclinação da reta) obtidos pela linearidade, nos quais foram utilizadas as equações 3 e 4 para determinar o limite de detecção e quantificação, respectivamente (BRASIL, 2017).

$$LD = 3,3 \cdot \sigma / IC \text{ (Equação 3)}$$

$$LQ = 10 \cdot \sigma / IC \text{ (Equação 4)}$$

Onde, LD é o limite de detecção, LQ é o limite de quantificação, IC é a inclinação da curva de calibração,  $\sigma$  é o desvio padrão.

A precisão foi avaliada pela precisão intermediária, objetivando avaliar, a proximidade entre os resultados obtidos da análise de uma mesma amostra, no mesmo laboratório, em dois dias diferentes, contemplando as mesmas concentrações. Foram utilizadas seis réplicas a 100% da concentração do teste individualmente preparadas. A precisão foi demonstrada pela dispersão dos resultados, calculando-se o desvio padrão relativo (DPR) da série de medições (BRASIL, 2017).

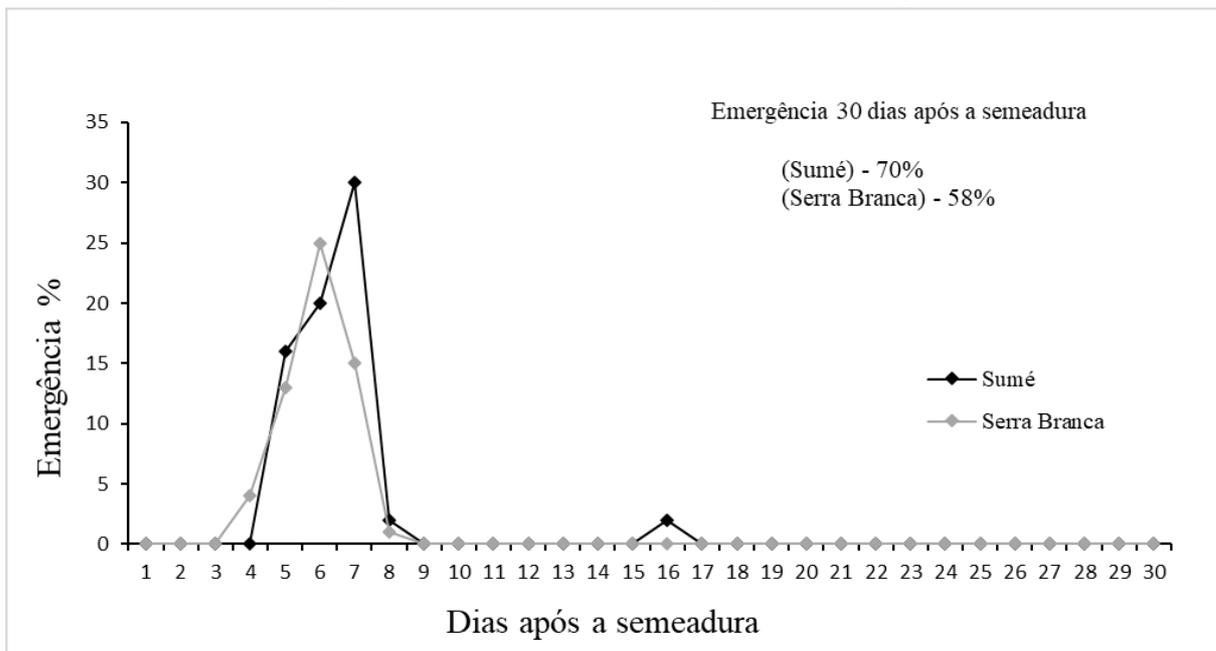
O ensaio para determinação da robustez foi realizado por meio do preparo das amostras, considerando-se a estabilidade da solução extrativa no tempo 0 (leitura imediata) após 48 e 72 horas. As amostras do extrato fluido foram conservadas sob refrigeração.

Os cálculos das médias aritméticas, desvio padrão, coeficiente de variação (CV%) e análise estatística por meio do teste Tukey a 5% de probabilidade, foram realizados com auxílio do suplemento do Excel Action Stat 3.6 (2019). Os gráficos foram gerados no software Origin Pro 8.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência das plântulas de *A. colubrina* (Vell.) Brenan que corresponde ao município de Sumé - PB, iniciou no quinto dia após a sementeira, com pico registrado no sétimo dia (30%), onde a partir da qual, iniciou um processo decrescente até a estabilização no décimo sétimo dia. Das 100 sementes semeadas, 70 emergiram, o que correspondeu a 70% de plântulas emersas. Considerando a emergência das plântulas que corresponde ao município de Serra Branca - PB, iniciou-se a partir do quarto dia após a sementeira, com pico registrado no sexto dia (25%), onde a partir da qual, iniciou um processo decrescente até estabilização no nono dia. Das 100 sementes semeadas, 58 emergiram, o que correspondeu a 58% de plântulas emersas (Gráfico 1). A sementes provenientes das duas localidades, foram coletadas de matrizes adultas na mesma época, de áreas semelhantes.

**Gráfico 1** - Emergência de *A. colubrina* ao longo de 30 dias após a sementeira.

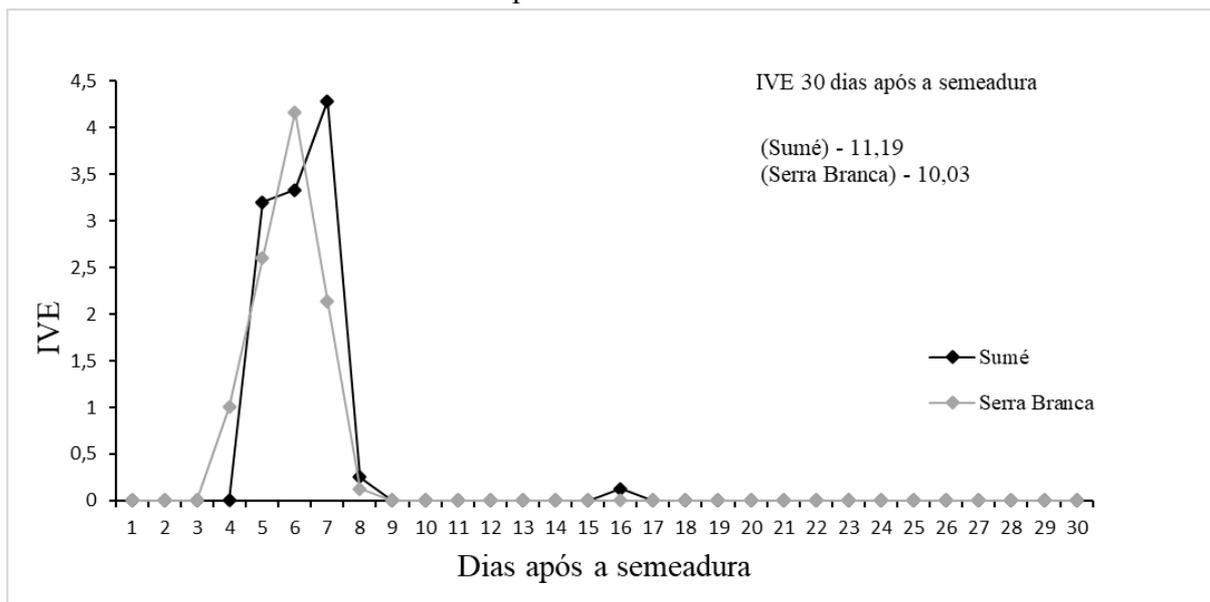


Fonte: Dados da Pesquisa.

O início da emergência não diferiu muito do apontado por Oliveira *et al.* (2012), onde estes autores trabalhando com *A. Colubrina* constataram que a emergência das plântulas iniciaram no segundo dia após a sementeira e observou-se que estabilizou no décimo quinto dia, havendo semelhança no parâmetro de estabilização para as matrizes provenientes do município de Sumé, da referente pesquisa. Segundo Martins *et al.* (2000), a emergência rápida, uniforme e continuada, é importante, pois quanto mais tempo demorar para a plântula emergir, mais suscetível estará às condições adversas do meio.

Para o índice de velocidade de emergência, do município de Sumé, obteve-se um IVE total de 11,19 com pico registrado no sétimo dia após a semeadura, e as matrizes provenientes de Serra Branca atingiu IVE de 10,03 sendo o pico registrado no sexto dia após a semeadura (Gráfico 2).

**Gráfico 2** - Índice de Velocidade de Emergência (IVE) de *A. colubrina* ao longo de 30 dias após a semeadura.



Fonte: Dados da Pesquisa.

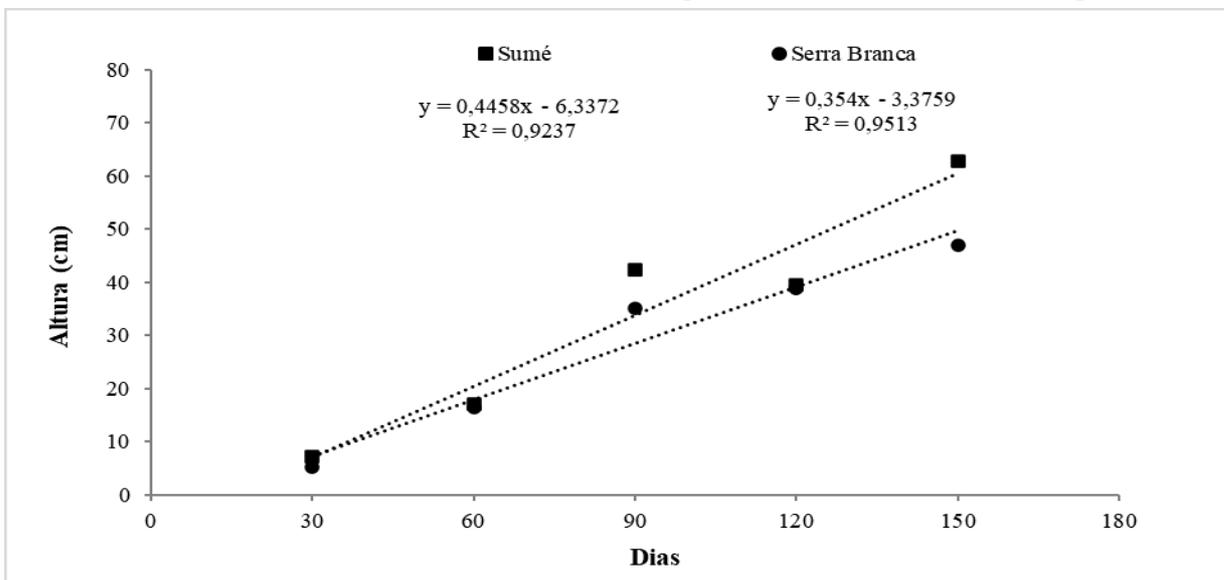
Os dados de IVE, obtidos por Berloffá *et al.* (2016) de *A. peregrina* submetidas a diferentes tratamentos, apresentaram IVE de 11,79 para as sementes imersas em água quente e sementes tratadas com hipoclorito de sódio (1 e 2%) 8,98 e 9,77 respectivamente, e a testemunha com 9,82. Mostrando que os dados da presente pesquisa, foram superiores, pois não foram realizado tratamanto nas sementes.

De acordo com Souza *et al.* (2014), a maior velocidade de germinação de plântulas é o resultado da relação do potencial fisiológico das sementes em estados benéficos proporcionados pelo substrato, como a aeração adequada, de modo a favorecer a absorção pelas sementes e a emissão do hipocótilo. E segundo Alves *et al.* (2014) as menores profundidades favorecem a maior velocidade de emergência, pois oferecem menor barreira física, proporcionando o desenvolvimento das plântulas. Enquanto que nas maiores profundidades, durante o processo germinativo pode ocorrer maior consumo de energia, resultando assim em uma emergência mais lenta (ALVES *et al.*, 2013).

Analisando os dados médios de altura da *A. colubrina* durante cinco meses de avaliação após a semeadura, foi verificada que os indivíduos com 30, 60 e 120 dias de avaliação dos dois

municípios obtiveram médias próximas. Entretanto para as matrizes de Sumé durante os cinco meses de avaliação foram registrados valores médios de 7,19 cm; 17,77 cm; 42,31 cm; 39,51 cm; 62,83 cm, sendo que houve um decréscimo na avaliação dos 120 dias, porém na avaliação de 150 dias após a semeadura, teve um aumento significativo. Ressalta-se que a diminuição observada ocorreu devido a coleta de alguns indivíduos da parte aérea com 90 dias após a semeadura. Particularmente para as matrizes oriundas de Serra Branca referente aos mesmos dias de avaliação, foram registrados valores médios de 5,10 cm; 16,39 cm; 35,05 cm; 38,93 cm; 46,92cm, observando que houve um aumento gradativo a partir dos 60 dias, não havendo decréscimo, apesar da coleta aos 90 dias da parte aérea. Assim, a partir da equação da regressão linear, nota-se que o coeficiente de determinação para as matrizes proveniente do município de Sumé foi de  $R^2 = 0,9237$  e para Serra Branca encontrou-se um coeficiente de correlação e determinação de  $R^2 = 0,9513$ , ambos apontando uma boa correlação linear (Gráfico 3).

**Gráfico 3** - Desenvolvimento ao longo do tempo da altura de espécimes de *A. Colubrina* provenientes de matrizes de Sumé e Serra Branca aos 30, 60, 90, 120, 150 dias de avaliação, no Viveiro do Laboratório de Ecologia e Botânica, pertencente ao Centro de Desenvolvimento Sustentável Semiárido, no Município de Sumé, Cariri Ocidental paraibano.



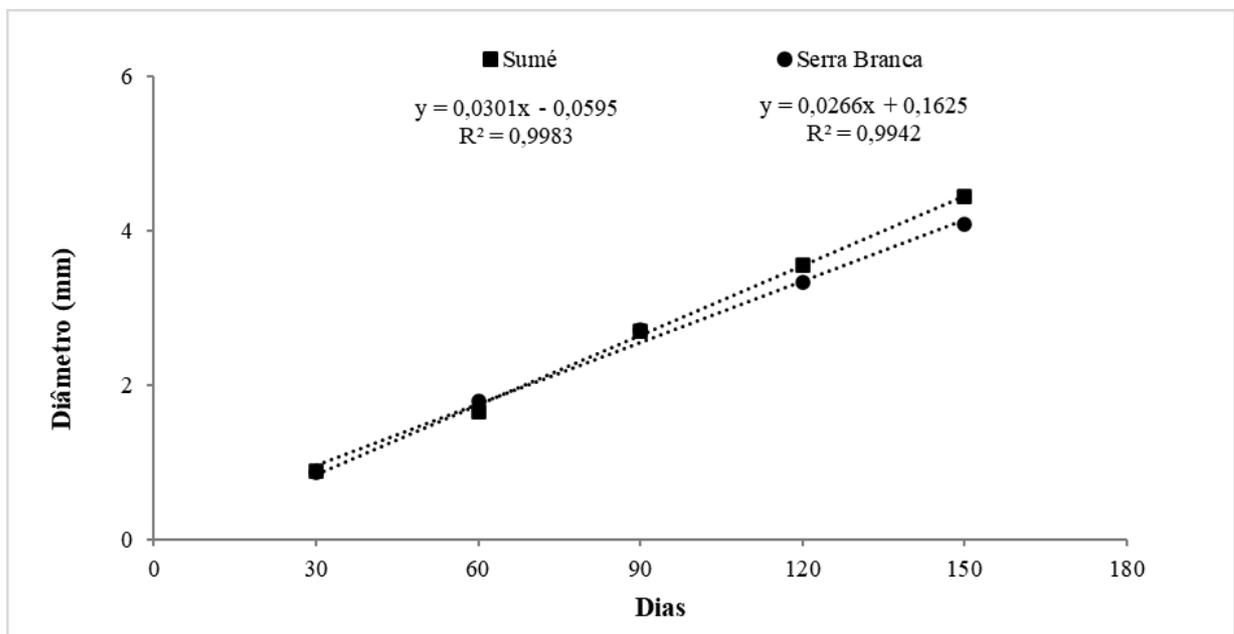
Fonte: Dados da Pesquisa.

De acordo com os dados apontados por Ferreira *et al.* (2012), em uma pesquisa com *A. colubrina* localizada em área de caatinga, em Quixadá-CE, aos seis meses de idade sua maior média foi de 50 cm, onde o experimento foi conduzido em casa de vegetação a 70% de sombreamento e o substrato utilizado foi mistura de solo e húmus, havendo semelhança na maior média das matrizes oriundas de Serra Branca que corresponderam a 46,92 cm, e diferiram da maior média do município de Sumé que obteve um crescimento de 62,83 cm, assim

apresentando crescimento superior ao apontado pelos autores. No entanto, para Gondin *et al.* (2015), o substrato utilizado é de grande importância para formação das mudas podendo favorecer de forma positiva ou negativa, no momento da germinação até crescimento das plântulas.

Para os dados médios do diâmetro de *A. colubrina* durante os cinco meses de avaliação após a sementeira, observou-se que para esse parâmetro, Sumé e Serra Branca apresentaram semelhanças nos seu desenvolvimento ao longo do tempo, sendo que para as matrizes provenientes de Sumé foram registrados valores médios de 0,88; 1,65; 2,69; 3,56 e 4,44 (mm) e as matrizes de Serra Branca apresentaram valores médios de 0,86; 1,78; 2,70; 3,33 e 4,04 (mm) respectivamente. No entanto para as matrizes provenientes de Sumé aos 120 e 150 dias após a sementeira, registraram as maiores médias em relação a Serra Branca, sendo que ambos municípios apresentaram uma boa correlação linear, com coeficiente de determinação acima de  $R^2 = 0,99$  (Gráfico 4).

**Gráfico 4** - Desenvolvimento ao longo do tempo do diâmetro de espécimes de *A. colubrina* provenientes de matrizes de Sumé e Serra Branca aos 30, 60, 90, 120, 150 dias de avaliação, no Viveiro do Laboratório de Ecologia e Botânica, pertencente ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, no Município de Sumé, Cariri Ocidental paraibano.



Fonte: Dados da Pesquisa.

Os dados apontados, diferem dos encontrados por Ferreira *et al.* (2012), pois a maior média de diâmetro da *A. colubrina* foi 3,3 mm com seis meses de idade em sombreamento a 70% sem diferenças estatísticas dos tratamentos de 50% e pleno sol, mostrando que os resultados das maiores médias da referente pesquisa, em ambos municípios foram superiores

registrando médias de 4,44 e 4,04 mm respectivamente.

No entanto, segundo Ritchie e Landis (2008), o diâmetro é um dos principais parâmetros morfológicos, sendo o principal indicador de sobrevivência após o plantio e é considerado um dos fatores que melhor representam a qualidade de mudas florestais. Nesse sentido, Binotto *et al.* (2010), ressaltam a importância do diâmetro, pois os mesmos afirmam que a altura da muda só pode ser considerada como indicador de qualidade quando analisada em associação com o diâmetro.

Na Tabela 1 são expressos os dados referentes à altura, diâmetro, massa fresca e massa seca de *A. Colubrina*, com 90 dias após a emergência considerando 15 indivíduos, provenientes de cada município. Especialmente em relação ao parâmetro altura esse foi o único dado que diferiu estatisticamente em relação aos dois ambientes estudados, e observou-se que, para os demais parâmetros analisados não houve diferença estatística entre Sumé e Serra Branca.

**Tabela 1** - Médias de Desenvolvimento de espécimes de *A. colubrina* provenientes de matrizes de diferentes ambientes com 90 dias após a emergência.

	<b>Altura (cm)</b>	<b>Diâmetro (mm)</b>	<b>Massa fresca (g)</b>	<b>Massa seca (g)</b>
Sumé	73,6 a $\pm 7,0$	3,78 a $\pm 0,7$	15,2500 a $\pm 3,6$	6,7338 a $\pm 1,75$
Serra Branca	65,96 b $\pm 7,0$	3,76 a $\pm 0,4$	14,7512 a $\pm 3,9$	6,4559 a $\pm 1,79$

Médias na coluna seguida pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Fonte:** Dados da Pesquisa

Nesse sentido, não houve muita diferença significativa entre os locais proveniente da coleta das sementes, isso pode estar relacionado aos fatores ambientais, pois ambos os municípios estão situados na mesma região, Cariri Ocidental paraibano. No entanto é possível notar que o substrato e sombreamento a 50%, mostrou-se eficiência quanto ao desenvolvimento em altura, diâmetro e biomassa aérea, pois os parâmetros de produção vegetal tiveram um bom desempenho durante os noventa dias de avaliação.

Entretanto, apesar dos padrões de qualidade variar de acordo com a espécie, a altura da parte aérea combinada com o diâmetro do coleto constitui um dos mais importantes parâmetros morfológicos para estimar o crescimento das mudas após o plantio definitivo no campo (CARNEIRO, 1995). Segundo Reis *et al.* (1991), plantas com maior diâmetro apresentam melhores condições de sobrevivência por apresentarem maior capacidade de formação e crescimento de raízes novas.

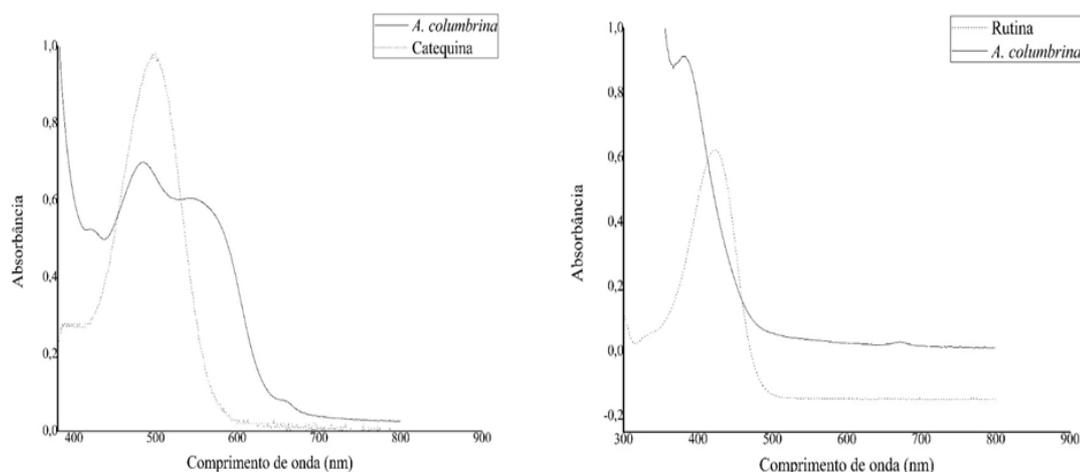
Relacionado aos dados de massa fresca, os resultados obtidos foram divergentes dos apontados por Rossa *et al.* (2015), pois para massa fresca da parte aérea da *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg., sua maior média foi de 6,56 g, decorridos 189 dias após semeadura, onde o experimento foi conduzido em viveiro utilizando uma mistura de matéria-prima com composto orgânico, vermiculita e Plantmax® para compor o substrato base no qual foi submetido a seis tipos de tratamentos e tendo 40 plantas como unidade experimental. No entanto na mesma pesquisa os autores, alcançaram a maior média de massa seca da parte aérea, de 3,58 g. É notório que no experimento dos autores citados, suas maiores médias de massa fresca e seca para a espécie de *A. peregrina*, foram inferior as médias de massa fresca e seca da *A. Colubrina*. O que pode está relacionado também, a qualidade da sementes durante a sua maturação.

Cavalcanti *et al.* (2002), obtiveram os maiores valores de peso de matéria fresca e seca empregando substrato composto por solo e esterco bovino. Segundo os autores, o maior peso da massa fresca e seca nesse substrato, pode estar relacionado com a maior presença de nutrientes na composição do substrato.

A seletividade do método analítico foi demonstrada por meio da sua capacidade de quantificação do teor de taninos e flavonoides, inequivocamente, na presença de componentes presentes nas amostras, garantindo que para taninos o pico resposta da catequina e do extrato de *A. colubrina* ocorre no comprimento de onda de 500 nm e para flavonoides o pico de resposta tanto da rutina como do extrato da droga vegetal ocorre em 405 nm (Gráfico 5).

De acordo com Cardoso *et al.* (2010), a seletividade de um método analítico avalia não só a presença do composto ativo em estudo, bem como, de todos os compostos relacionados que poderão está normalmente presentes e que podem interferir com a sua determinação numa amostra complexa.

**Gráfico 5** - Espectros de UV-Vis da solução padrão (Catequina) de taninos condensados, e da solução padrão (Rutina) de flavonoides e dos extratos de *A. colubrina*.



**Fonte:** Dados da Pesquisa.

Observou-se, que os resultados da seletividade apresentada, garante que o pico de resposta seja exclusivamente do princípio ativo, ou seja, do composto de interesse, não havendo interferentes na amostra. Pois a quantificação de flavonoides no comprimento de onda na faixa de 400nm é considerado um método de alta seletividade, permitindo quantificar os flavonoides no extrato mesmo na presença de impurezas (SOBRINHO, 2010). Assim como os taninos, que apresentam o comprimento de onda dentro da faixa de 500 nm, estando dentro do comprimento de onda da solução padrão, garantindo a seletividade do método.

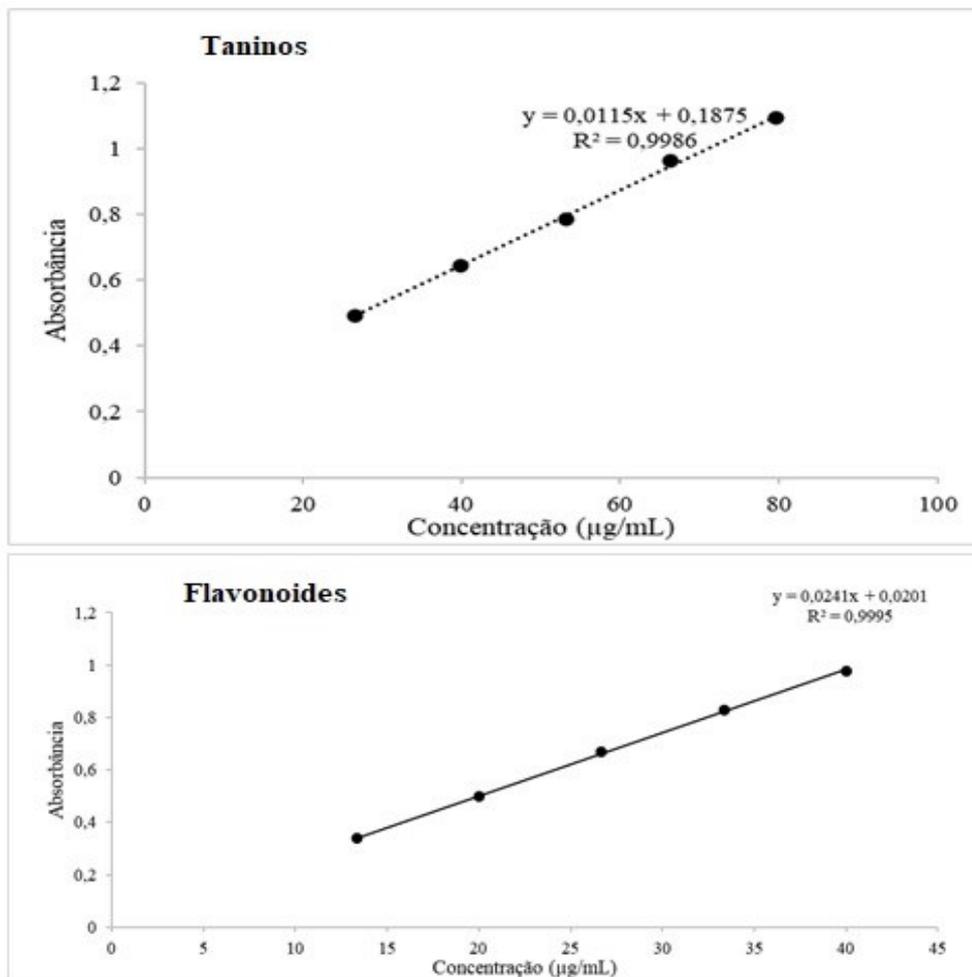
Nesse sentido, segundo Borba *et al.* (2013), para a garantia do controle de qualidade de vários produtos farmacêuticos, englobando fitoterápicos, a técnica espectrofotométrica na região do ultravioleta (UV) é bastante aplicada devido a rapidez, baixo custo operacional e elevada confiabilidade de resultados. Para Iammarino *et al.* (2017), a seletividade é o parâmetro responsável no sentido de certeza, da identificação pelo método, para a variável de resposta trabalhada, distinguindo o analito na presença de outros componentes, obtendo assim a relação de impurezas e interferentes que possam gerar identificações falsas no método estudado. Esse parâmetro deve ser continuamente verificado no decorrer dos testes para os demais parâmetros (GOES JUNIOR *et al.*, 2019).

As curvas de calibração usadas foram desenvolvidas por Gomes *et al.* (NO PRELO). No método desenvolvido pelos autores a catequina apresentou faixa de linearidade de 10 a 80  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ , a qual gerou equação de regressão linear da curva média foi  $y = 0,0142x + 0,0178$  ( $r^2 = 0.999$ ). A rutina apresentou faixa de linearidade 15 a 35  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ , a qual gerou equação de

regressão linear da curva média foi  $y = 0,0299x - 0,1254$  ( $r^2 = 0,9988$ ).

A linearidade da droga vegetal foi verificada por meio da elaboração da curva analítica dos extratos fluídos da concentração de tanino e dos extratos fluídos da concentração de flavonoides de *A. colubrina* nas suas devidas faixas de concentrações. A equação da regressão linear média obtida a partir das curvas de calibração, foi  $y = 0,0115x + 0,1875$  e  $y = 0,0241x + 0,0201$  em que  $y$  é a absorbância (nm) e  $x$  a concentração ( $\mu\text{g/mL}$ ) em equivalentes aos extratos fluídos da concentração de taninos e flavonoides respectivamente. O coeficiente de determinação apresentado foi de  $R^2 = 0,9986$ , para os extratos fluídos da concentração de taninos e para flavonoides a análise de regressão linear demonstrou que o coeficientes de determinação foi de  $R^2 = 0,9995$  (Gráfico 6).

**Gráfico 6** - Linearidade dos extratos fluídos das concentrações de taninos e de flavonoides em *A. colubrina*.



Fonte: Dados da Pesquisa

Os valores da linearidade obtidos na pesquisa, comprovam que mais de 99% da variabilidade experimental pode ser explicada pelos modelos lineares e que há adequação do método no que concerne à relação entre as concentrações do analito e as respostas espectrofotométricas.

De acordo com a Resolução 166 da ANVISA (2017), o valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) deve ser acima de 0,99 significando que existe pouca dispersão entre os valores obtidos e uma menor incerteza. Desse modo os dados apontados estão de acordo com a resolução, conferindo uma boa linearidade para o método, considerando que o coeficiente seja aceitável. De acordo com Brito *et al.* (2003), a linearidade refere-se à capacidade do método de gerar resultados linearmente proporcionais à concentração do analito, na faixa analítica especificada, onde esse parâmetro pode ser demonstrado pelo coeficiente de correlação da curva analítica.

Os valores encontrados para o limite de detecção (LD) e limite de quantificação (LQ) para taninos em *A. colubrina* foram 9,067  $\mu\text{g/mL}$  e 27,476  $\mu\text{g/mL}$ , respectivamente, já o LD e LQ para flavonoides foi determinado em 3,79  $\mu\text{g/mL}$  e 11,49  $\mu\text{g/mL}$  respectivamente (Tabela 2).

**Tabela 2** - Limite de detecção e quantificação ( $\mu\text{g/mL}$ ) para a concentração de taninos e flavonoides em *A. colubrina*.

<i>Solução</i>	<i>Desvio Padrão dos Resíduos</i>	<i>Coefficiente Angular</i>	<i>Limite de Detecção</i>	<i>Limite de Quantificação</i>
<i>A. colubrina</i> (Taninos)	0,0314	0,0115	9,067	27,476
<i>A. colubrina</i> (Flavonoides)	0,0277	0,0241	3,79	11,49

**Fonte:** Dados da Pesquisa.

De acordo com Santos *et al.* (2014), o parâmetro do limite de detecção indica o menor valor de uma variável (concentração) que pode ser detectado, no entanto não necessariamente quantificado para os limites de exatidão e precisão exigidos pelo método. Considerando o parâmetro do limite de quantificação este indica a menor quantificação possível para uma variável dentro de um determinado método avaliado (CASSINI *et al.*, 2013).

Com os resultados apresentados, verificou-se que os procedimentos proporcionam respostas espectrofotométricas com sensibilidade para detecção e quantificação dos taninos e

flavonoides nos extratos de *A. colubrina* com a confiabilidade desejada e assim mostrando também que os flavonoides apresentaram uma maior sensibilidade ao método. Mostrando assim que o método analítico possui alta sensibilidade, pois quanto menor for o limite de detecção mais sensível o método.

Os resultados referentes a concentração obtida na avaliação de precisão intermediária do método, nas amostras de extrato fluidos, estão descritos na Tabela 3. No qual os resultados demonstram que relacionado à repetibilidade, o método corrobora com os parâmetros exigidos pela legislação vigente, apresentando desvio padrão relativo (DPR) inferior a 5%, e apresentando pouca variação entre os dias analisados.

**Tabela 3** - Precisão intermediária da concentração de taninos e flavonoides em *A. colubrina*.

	<i>Fator</i>	<i>Médias</i>	<i>DP (%)</i>	<i>Grupos</i>	<i>P.valor</i>
<i>A.colubrina</i> (Taninos)	Dia 1	52,66	2,04	a	0,08
	Dia 2	53,58	0,76	a	
<i>A.colubrina</i> (Flavonoides)	Dia 1	27,07	2,95	a	0,12
	Dia 2	26,28	3,12	a	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna referente a mesma espécie não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Fonte:** Dados da Pesquisa.

Os resultados da precisão intermediária, além de apresentar desvio padrão relativo inferior a 5%, a análise estatística demonstrou que não há diferença estatisticamente significativa entre as amostras analisadas em dias distintos, estando apto para reprodutibilidade do método.

Segundo Rubim *et al.* (2012), a precisão do método analítico determina o grau de concordância entre resultados de medidas independentes em torno de um valor central, efetuada várias vezes em uma amostra homogênea. A precisão é considerada uma das análises mais representativas visto que revela o efeito das variações relacionadas aos dias analisados, implicando na garantia da reprodutibilidade do método.

A avaliação da robustez sobre a estabilidade das amostras do extrato fluido foi analisada no tempo 0 (leitura imediata), 48 e 72 horas e os resultados obtidos demonstraram que não houve alteração na estabilidade das amostras nesses respectivos períodos, quando conservadas sob refrigeração, pois os valores das concentrações de *A. colubrina* não sofreram variação

significativa durante o período de armazenamento das amostras (Tabela 4). Assim, tem-se que a finalidade de avaliar a robustez de um método analítico, tende a identificar a capacidade em que o método tem em resistir a pequenas variações dos parâmetros analíticos.

**Tabela 4** - Ensaio da robustez de taninos e flavonoides nas soluções fluídas de *A. colubrina*.

<i>Matriz</i>	<i>Fatores</i>				
	Estabilidade (horas)				
	<i>Média</i>	<i>Des Pad</i> (%)	<i>Grupos</i>	<i>P.valor</i>	
<i>A. Colubrina</i> (Taninos)	0	52,66	2,04	a	0,17
	48	53,58	0,76	a	
	72	52,77	1,83	a	
<i>A. Colubrina</i> (Flavonoides)	0	27,07	2,95	a	0,18
	48	26,28	3,12	a	
	72	26,54	1,73	a	

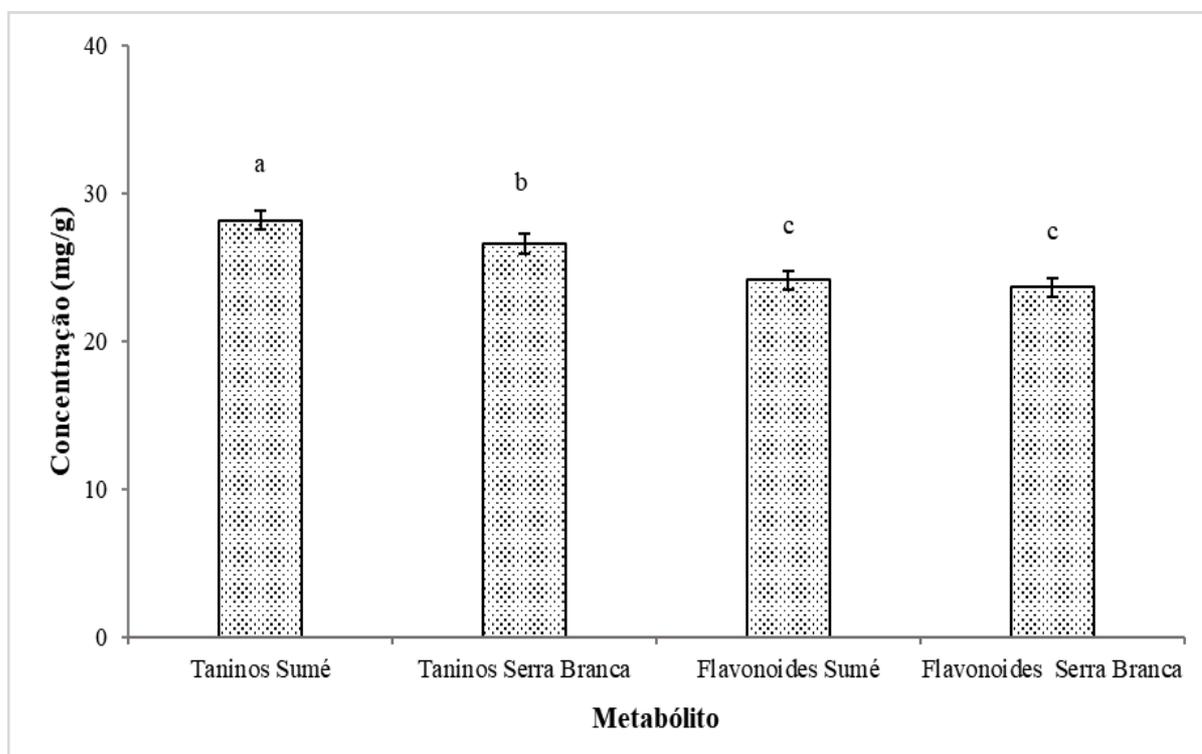
Médias seguidas pela mesma letra na coluna referente a cada solução avaliada não diferem entre si estatisticamente a 5% de probabilidade.

**Fonte:** Dados da Pesquisa.

De acordo Iammarino *et al.* (2017), uma boa robustez indica que o método se mantém confiável e exato frente às oscilações. Nos testes de validação a robustez é avaliada por meio de uma pequena variação de parâmetros conhecidos, sendo então verificada a sua influência na resposta. Entretanto, a robustez corresponde a capacidade de um método de resistir a pequenas modificações dos parâmetros analíticos, indicando sua confiança durante o seu uso normal (BRASIL, 2017).

Os dados de quantificação de taninos e flavonoides das matrizes dos municípios de Sumé e Serra Branca mostraram que os indivíduos jovens da *A. colubrina*, apresentaram concentrações de taninos entre  $28,05 \pm 3,5$  (mg/g) para Sumé e  $26,55 \pm 1,7$  (mg/g) para Serra Branca, já as concentrações de flavonoides foram de  $24,17 \pm 2,6$ (mg/g) para sumé e  $23,64 \pm 3,2$  (mg/g) para Serra Branca. Observou-se particularmente que as concentrações de taninos, diferiram estaticamente entre os locais estudados, onde Sumé apresentou uma maior concentração de taninos. Para as concentrações de flavonoides não houve diferença estatística pelo teste de tukey a 5% para Sumé e Serra Branca (Gráfico 7).

**Gráfico 7** - Concentração de taninos e flavonoides (mg/g) em indivíduos jovens de *A. colubrina* em diferentes municípios no Cariri paraibano. Letra iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Fonte: Dados da Pesquisa.

Assim, nota-se que as concentrações de metabólitos secundários foram significativas, de acordo com a metodologia utilizada, e levando em consideração que os indivíduos da *A. Colubrina* eram jovens.

Registra-se que não é encontrado estudos que foram realizados no sentido de prospectar essa espécie vegetal, para pesquisas voltadas a extração e quantificação de taninos e flavonoides em indivíduos jovens de *A. Colubrina* e assim os estudos estão voltados apenas para indivíduos adultos.

De acordo com Pinheiro *et al.* (2016) o aumento em biomassa da planta pode estar correlacionado ao aumento proporcional da produção dos metabólitos secundários, ou seja, quanto mais adulta a planta, maior a concentração de metabólitos secundários. Para Gobbo-Neto e Lopes (2007), a idade e o desenvolvimento da planta, assim como dos diferentes órgãos vegetais, também são de relevante importância e podem influenciar a quantidade total de metabólitos secundários. Assim, considerando a concentração de taninos condensados, segundo Acuña *et al.* (2008), é controlada primeiramente por fatores genéticos e depois por variáveis ambientais. Estes autores também ressaltam que a concentração destes metabólitos está associada à concentração de lignina do tecido e tende a aumentar com a maturidade da planta.

Nesse sentido, Gebrehiwot *et al.* (2002) também colocam que a concentração de taninos condensados se altera consideravelmente dependendo da espécie, estágio de desenvolvimento e fertilidade do solo.

## 5 CONCLUSÃO

Considerando a produção vegetal de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan observou-se que as sementes do município de Sumé tiveram um melhor desempenho, registrando emergência de 70% e IVE de 11,19 enquanto as do município de Serra Branca obtiveram emergência de 58% e IVE de 10,03. Os resultados obtidos para os parâmetros relacionados a altura, diâmetro, massa fresca e seca são indicativos de um bom desenvolvimento. Para sementes provenientes de Sumé e Serra Branca verificou-se ainda que não houve diferença estatística entre as médias de diâmetro, massa fresca e seca. Nesse sentido, ressalta-se que apenas o parâmetro altura apresentou diferença estatística, se destacando com maiores crescimentos os indivíduos de Sumé.

Relacionado a quantificação de metabólitos secundários esse parâmetro exerce um papel importante no controle de qualidade da matéria-prima vegetal. Nesse sentido, o método proposto apresentou boa seletividade. Confirmou-se que o método é linear e possui alta sensibilidade de quantificação. Além disso, é um método robusto para os fatores exigidos pela legislação vigente, sendo que os resultados de precisão obtidos atestam confiabilidade necessária para o uso desta metodologia.

Registrou-se na quantificação de taninos e flavonoides dos indivíduos jovens de *A. Colubrina* que as concentrações foram significativas. Além disso, observou-se que houve diferença entre Sumé e Serra Branca apenas para a concentração de taninos.

Portanto os estudos fitoquímicos voltados para análises quantitativas com relação à concentração de metabólitos secundários nas plantas são de grande importância, pois essas substâncias além de serem utilizadas na fabricação de produtos fitoterápicos, proporcionam proteção à planta.

## REFERÊNCIAS

- ACUÑA, H.; CONCHA, A.; FIGUEROA, M. Condensed tannin concentrations of three *Lotus* species grown in different environments. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 68, n. 1, p. 31-41, 2008.
- ALMEIDA, R. D. S.; ARAÚJO, M. P. D.; MOURA, L. B.; PIMENTEL, A. S.; LIMA, K. M. A. D.; BARBOSA, F. M., & LACERDA, A. V. D. Emergência e vigor de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos em função de diferentes tempos de imersão em água. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 7, n. 15, p. 31-41, 2020.
- ALVES, A. U.; CARDOSO, E. A.; ALIZANDRE, T. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; BECKMAN-CAVALVANTE, M. Z. Emergência de plântulas de feva em função de posições e profundidades de semeadura **Bioscience Journal**, v.30, n.1, p.33-42, 2014.
- ALVES, J. J. A.; ARAUJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. Degradação da Caatinga: Uma Investigação Eco geográfica. **Revista Caatinga**, v. 22, n.3, p 126-135, 2009.
- ALVES, M. M.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, K. R. G.; BARROZO, L. M.; SANTOS-MOURA, S. S.; CARDOSO, E. A. Germinação e vigor de sementes de *Clitoria fairchildiana* Howard (Fabaceae) em função da coloração do tegumento e temperaturas. **Bioscience Journal**, v.29, n.1, p.216-223, 2013.
- ANDRADE, R. L.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; BEZERRA, D. M. Deposição de serrapilheira em área de caatinga na RPPN “Fazenda Tamanduá”, Santa Terezinha – PB. **Revista Caatinga**, Mossoró, Brasil, v. 21, n. 2, p. 223-230, 2008.
- ANTONIAZZI, A. P.; BINOTTO, B.; NEUMANN, G. M.; BUDKE, J. C.; SAUSEN, T. L. Eficiência de recipientes no desenvolvimento de mudas de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae). **Revista Brasileira de Biociência**, v. 11, n. 3, p.313-317, 2013.
- ARAÚJO, A. K. O.; GOMES, R. S. S.; SILVA, M. L. M.; SANTOS, A. M. S.; NASCIMENTO, L. C. Sanidade e qualidade fisiológica de sementes de *Chorisia Glaziovii* O. Kuntze tratadas com extratos vegetais. **Ciência Florestal**, v. 9, n. 2, p. 649-659, 2019.
- ARAÚJO, E. R. D.; OLIVEIRA, D. C.; DA CUNHA SOARES, T.; LANGASSNER, S. M. Z.; TAVARES, J. C. M.; & CAVALCANTI, D. G. K. Avaliação do potencial antimicrobiano de extrato hidroalcoólico e aquoso da espécie *Anadenanthera colubrina* frente as bactérias Gram negativa e Gram positiva. **Biota Amazônia**, v. 5, n. 3, p. 66-71, 2015.
- ARAÚJO, G. G. L.; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; KIILL, L.; CAMPANHA, M.; GOMES, T. **Potencial forrageiro da caatinga na comunidade de Testa Banca**, Uauá-BA. Petrolina: EMPRAPA, p.16, 2008.

ARAÚJO, J. K. P. D.; SANTOS, D. S. D.; BEZERRA, R. N. D. O.; ARAÚJO, J. S. O. D.; BRITO, M. S. D.; BARBOSA, F. M.; & LACERDA, A. V. Estrutura e padrão de distribuição espacial de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan presente no estrato regenerante em área de mata ciliar no Cariri Ocidental paraibano. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 5, n. 9, p. 231-238, 2018.

BARBOSA, F. M.; LACERDA, A. V.; BARBOSA, M. R. V. **Flora e estrutura em áreas de extração de cascas de angico vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) no semiárido paraibano, Brasil.** In: Anais do X Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço, 2011.

BARRETO, S. S. B.; FERREIRA, R.A. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de Leguminosae-Mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2 p. 223 - 232, 2011.

BATTESTIN, V.; MATSUDA, L. K.; & MACEDO, G. A. Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v. 15, n. 1, p. 63-72, 2008.

BELLEI, A. F. **Produção de mudas nativas no viveiro do Parque Municipal da Lagoa do Peri, Florianópolis-SC**, 2013, 66 f TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2013.

BERLOFFA, J. M.; GRAICHEN, F. A. S.; FERNANDES, F. M.; & DA SILVA; A. R. D. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de angico-vermelho sobre o crescimento inicial de plântulas. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 13, n. 2, 2016.

BINOTTO, A. F.; LÚCIO, A. D. C.; LOPES, S. J. Correlations Between Growth Variables An The Dickson Quality Índex in Forest Seedlings. **Revista Cerne**, v. 16, n. 4, p. 457-464, 2010.

BORBA, P. A. A.; RIEKES, M. K.; PEREIRA, R. N.; STULZER, H. K.; DALLA VECCHIA, D. Desenvolvimento e validação de um método analítico por espectrofotometria UV para quantificação de carvedilol. **Química Nova**, v. 36, n. 4, p. 582-586, 2013.

BRASIL ANVISA. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC N° 166, 24/07/2017** . Guia para validação de métodos analíticos - Julho, 2017.

BRITO, N. M. Validação de métodos analíticos: estratégia e discussão. **Pesticidas: Ecotoxicol e Meio Ambiente**, v. 13, n. 1, p. 129-146, 2003.

BRUNETON, J. **Elementos de fitoquímica y de farmacognosia**. Editorial Acribia. Zaragoza, España, p. 594, 1991.

CARDOSO, M. H. W. M.; GOUVÊA, A. V.; NÓBREGA, A. W.; ABRANTES, S. M. P. Validação de Método para Determinação de Resíduo de Agrotóxico em Tomate: Uma Experiência Laboratorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p.63-72, 2010.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e Controle de Qualidade de Mudanças Florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, Campos: UENF, p. 451, 1995.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e Produção**. 4 ed. Jaboticabal: Funep, p.588, 2000.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 590, 2012.

CARVALHO, P. E. R. Angico-Branco. **Embrapa Florestas-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2002.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica. Colombo, PR: EMBRAPA Florestas, v.1, p.1039, 2003.

CASSINI, S. T. A.; ANTUNES, P. W. P.; KELLER, R. Validação de Método Analítico Livre de Acetonitrila para Análise de Microcistinas por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência. **Química Nova**, v.36 n.8, p.1208-1213, 2013.

CASTRO, R. A.; ALBIERO, A. L. M. O Mercado de Matérias Primas para Indústria de Fitoterápicos. **Revista Fitos Eletrônica**, v. 10, n. 1, p. 59-72, 2016.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. L. Emergência e Crescimento de Plântulas de Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) Em Diferentes Substratos. **Revista Ceres**, v. 49, n. 282, p. 97-108, 2002.

COLACITE, J. Triagem Fitoquímica, Análise Antimicrobiana e Citotóxica e dos Extratos das Plantas: *Schinus terebinthifolia*, *Maytenus ilicifolia* Reissek, *Tabebuia avellaneda*, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. **Saúde e Pesquisa**, v. 8, n. 3, p. 509-516, 2015.

CORDEIRO, J. M. P.; FÉLIX, L. P. Conhecimento Botânico Medicinal Sobre Espécies Vegetais Nativas da Caatinga e Plantas Espontâneas no Agreste da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.16, n.3, p.685-692, 2014.

CORDELL, G. A.; COLVARD, M. D. Natural Products and Traditional Medicine: Turning on a Paradigm. **Journal of natural products**, v. 75, n. 3, p. 514-525, 2012.

COSTA, E. G.; BARRETO, C. F.; FARIAS, R. M.; MARTINS, C. R. Propagação de Amoreira-Preta em Diferentes Substratos e Estimuladores de Enraizamento. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.6, p. 36654-36662, 2020.

DAJAS, F. Life or Death: Neuroprotective and Anticancer Effects of Quercetin. **Journal of ethnopharmacology**, v. 143, n. 2, p. 383-396, 2012.

DELAZAR, A.; TALISCHI, B.; NAZEMIYEH, H.; REZAZADEH, H.; NAHAR, L.; SARKER, S. D. Chrozophorin: A New Acylated Flavone Glucoside From *Chrozophora tinctoria* (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.16, n.3, p.286-290, 2006.

DIAS, F. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Determination of Phenolic Acids and Quercetin in Brazilian Red Wines From Vale do São Francisco Region Using Liquid-Liquid Ultrasound-Assisted eExtraction and HPLC-DAD-MS. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 27, n. 6, p. 1055-1059, 2016.

DONNO, D.; MELLANO, M.G.; CERUTTI, A.K.; BECCARO, GL. Biomolecules and Natural Medicine Preparations: Analysis of New Sources of Bioactive Compounds From Ribes and Rubus spp. Buds. **Pharmaceuticals**, v. 9, n. 1, p. 7, 2016.

DOYLE, J. J.; LUCKOW, M. The Rest of The Iceberg- Legume Diversity and Evolution in a Phylogenetic Context. **Plant Physiology**, v. 131, n. 3, p. 900-910, 2003.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Urbanização nos Municípios da Paraíba**, Campinas, 2006. Disponível em: <http://www.urbanizacao.cnpm.embrapa.br/conteudo/uf/pb.html>.

FAVALESSA, M. **Substratos Renováveis e Não Renováveis na Produção de Mudanças de Acacia mangium**. 2011, 55 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro - ES, 2011.

FERNANDES, M. F.; QUEIROZ, L. P. D. Vegetação e Flora da Caatinga. **Ciência e cultura**, v. 70, n. 4, p. 51-56, 2018.

FERREIRA, R. A.; WINCKLER, D. C. F.; SILVA, J. M. S. Efeito De Diferentes e Espaços no Desenvolvimento de Mudanças do Triclos *Eucalyptus urophylla* vs. *Eucalyptus grandis* vs. *Eucalyptus globulus* Em Viveiro. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 19, n. 1, p.1-19, fev. 2012.

FERREIRA, W. N.; ZANDEVALLI, R. B.; BEZERRA, A. M. E.; & MEDEIROS FILHO, S. Crescimento Inicial de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke (Mimosaceae) e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altshul (Mimosaceae) Sob Diferentes Níveis de Sombreamento. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 2, p. 408-414, 2012.

GEBREHIWOT, L.; BEUSELINLCK, P. R.; ROBERTS, C. A. Seasonal Variations in Condensed Tannin Concentration of Three *Lotus* Species. **Agronomy Journal, Madison**, v. 94, n. 5, p. 1059-1065, 2002.

GIULIETTI, A. M.; BOCAGE NETA, A. L.; CASTRO, A. A. J. F.; GAMARRA ROJAS, C. F. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; VIRGÍNIO, J. F.; QUEIROZ, L. P.; FIGUEIREDO, M. A.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V.; HARLEY, R. M. Diagnóstico da Vegetação Nativa do Bioma Caatinga. **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, p.47-90, 2004.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

GOES JUNIOR, E. J. A.; ROEDER, J. S.; OLIVEIRA, K. B.; FERREIRA, M. P.; SILVA, J. G. D. Validation of a Spectro Photometric Method for Quantification of Acetyl Salicylic Acid in Pharmaceutical Formulations: A Proposal of Experimental Activity for Instrumental Analysis. **Química Nova**, v.42, p.99-104, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v42n1/0100-4042-qn-42-01-0099.pdf> DOI: 10.21577/0100-4042.20170300.

GOMES, A. C.; ANDRADE, F. H. D.; LACERDA, A.V. MACÊDO, R.O. Reproductive phenology in the standardization of tannins in plant drugs of specimens of *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn. **Brazilian Journal of Botany**. No prelo.

GOMES, J. J.; TOLEDO FILHO, R. D.; NASCIMENTO, J. W.; SILVA, V. R. D.; & NÓBREGA, M. V. D. Características tecnológicas da *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. e alternativas para o uso racional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 5, p. 537-542, 2007.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros Florestais (propagação sexuada)**. Viçosa: Editora UFV, 2004.

GONDIN, J. C.; SILVA, J. B.; ALVES, C. Z.; DUTRA, A. S.; JUNIOR, L. E. Emergência de Plântulas de *Schizolobium Amazonicum* Huber ex Ducke (Caesalpinaceae) em Diferentes Substratos e Sombreamento. **Revista Ciência Agronômica**, v.46, n.2, p. 329-338, 2015.

GUIMARÃES, R. C. **Anatomia do Lenho de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan em Diferentes Fitofisionomias da Floresta Atlântica no Estado do Rio de Janeiro: Ilha Grande e Itatiaia**. Dissertação de Mestrado - Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Escola nacional de botânica tropical, Rio de Janeiro, 2009.

HAHN, C. M. **Recuperação Florestal: Da Semente à Muda**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente para a Conservação e Produção Florestal do Estado de São Paulo, p.144, 2006.

IAMMARINO, M.; MARINO, R.; ALBENZIO, M. Howmeaty? Detection and Quantification of Adulterants, Foreign Proteins and Food Additives in Meat Products. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 52, p.851-863, 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/ijfs.13350> DOI: 10.1111/ijfs.13350.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Semiárido Brasileiro**. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15974-semiarido-brasileiro.html?=&t=sobre>. Acesso em: 2 de jan. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. 2019. Disponível em: [https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/Serra\\_Branca/panorama](https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/Serra_Branca/panorama). Acesso em: 1 de jan. 2021.

JÚNIOR, L. R. P.; ANDRADE, A. P.; ARAÚJO, K. D. Composição Florística e Fitossociológica de um Fragmento de Caatinga em Monteiro, PB. **HOLOS**, v. 6, p. 73-87, jan. 2012.

KELER, L.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; COUTINHO, R. P.; & NASCIMENTO, D. F. Sistema de Blocos Prensados para Produção de Mudanças de Três Espécies Arbóreas Nativas. **Revista árvore**, v. 33, n. 2, p. 305-314, 2009.

KHILL, L. H. P. **Caatinga: Patrimônio Brasileiro Ameaçado**. Embrapa Semiárido- (INFOTECA-E) 2009. Agronline.com.br. Disponível em: <http://www.agronline.com.br/artigos.php?id=81>. Acesso em: 30 de fev. 2021.

KLUMB, A. K.; FARIA, O. L. V. Produção de Coagulante Vegetal Catiônico a Partir de Cascas de Eucalipto (*Eucalyptus tereticornis*). **Vetor**, v.22, n.1, p. 71-80, 2012.

KRATKA, P. C.; CORREIA, C. R. M. A. Crescimento Inicial de Aroeira do Sertão (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) em Diferentes Substratos. **Revista Árvore**, v. 39, n. 3, p.551-559, 2015.

KRATZ, D.; WENDLLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; ZOUZA, P. V. Propriedades Físicas e Químicas de Substratos Renováveis. **Revista Árvore**, v.37, n.6, p.1103-1113, 2013.

LEWIS, G.; SCHRIRE, B.; MACKINDER, B.; LOCK, M. Legumes of the world. Kew: **Royal Botanic Gardens**, p. 577, 2005.

LIMA, J. M.; MOREIRA, F. S.; SOUSA, J. P.; BARBOSA, F. M.; GOMES, A. C.; DORNELAS, C. S. M.; BARBOSA, A. R.; LACERDA, A. V. Caracterização de Frutos de Espécies de Pimentas Produzidas na Região do Cariri Paraibano. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 5, n. 9, p. 239-247, 2018. <https://doi.org/10.21438/rbgas.050915>.

LIMA, C. R.; COSTA-SILVA, J. H.; LYRA, M. M. A.; ARAÚJO, A. V.; ARRUDA, V. M.; DIMECH, G. S.; EVÊNCIO, L. B.; FRAGA, M. C. C. A.; LAFAYETTE, S. S. L.; & WANDERLEY, A. G. Atividade Cicatrizante e Estudo Toxicológico Pré-Clínico do Fitoterápico Sanativo®. **Acta Farmacéutica Bonaerense**, v. 25, n. 4, p. 544-9, 2006.

LIMA, R. F.; ALVES, É. P.; ROSALEN, P. L.; RUIZ, A. L. T.; DUARTE, M. C. T.; GÓES, V. F. F.; & MELO, B. C. E. M. Antimicrobial and Antiproliferative Potential of *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**. v. 7, 2014.

LOIOLA, M. I. B.; ROQUE, A. DE A.; OLIVEIRA, A. C. P. Caatinga: Vegetação do Semiárido Brasileiro. **Ecologia**, v. 4, p. 14-19, 2012.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, v.1, 4.ed., p.384, 2002.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil**. 1ª ed. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2002.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.

MACHADO, H.; NAGEM, T. J.; PETERS, V. M.; FONSECA, C. S.; OLIVEIRA, T. T. Flavonóides e seu potencial terapêutico. **Boletim do Centro de Biologia da Reprodução**, v. 27, n. 1/2, p. 33-39, 2008.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p.176-177, 1962.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 1 ed. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, p. 413, 2004.

MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. A.; STANGUERLIM, H. Influência do Peso das Sementes de Palmito-Vermelho (*Euterpe espirotosantensis* Fernandes) na Porcentagem e na Velocidade de Germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 1, p. 47-53, 2000. <https://doi.org/10.17801/0101-3122/rbs.v22n1p47-53>.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Caatinga: Contexto, Características e Estratégias de Conservação**, 2020. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biomas/caatinga.html>. Acesso em: 15 jan. 2021.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Biomas: Caatinga**. 2017. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>. Acesso em: 18 de dez. 2020.

MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; LINS-NETO, E. M. F.; ARAÚJO, E. L.; & AMORIM, E. L. C. Use Patterns and Knowledge of Medicinal Species Among two Rural Communities in Brazil's Semi-Arid Northeastern Region. **Journal of ethnopharmacology**, v. 105, n. 1-2, p. 173-186, 2006.

MONTEIRO, J. M.; SOUZA, J. S.; NETO, E. M. L.; SCOPEL, K.; & TRINDADE, E. F. Does Total Tannin Content Explain The Use Value of Spontaneous Medicinal Plants From the Brazilian Semiarid Region. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, n. 2, p. 116-123, 2014.

MONTEIRO, J. M.; LINS NETO, E. M. D. F.; AMORIM, E. L. C. D.; STRATTMANN, R. R.; ARAÚJO, E. L.; & ALBUQUERQUE, U. P. D. Teor de Taninos em Três Espécies Medicinais Arbóreas Simpátricas da Caatinga. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 999-1005, 2005.

MORIM, M. P. **Anadenanthera in Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB18071>. Acesso em: 18 de jan. 2021.

OLIVEIRA, K. S. D.; OLIVEIRA, K. S. D.; ALOUFA, M. A. I. Influência de substratos na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan em condições de casa de vegetação. **Revista Árvore**, v. 36, n. 6, p. 1073-1078, 2012.

PAES, J. B.; SANTANA, G. M.; AZEVEDO, T. D.; MORAIS, R. D. M.; & CALIXTO JÚNIOR, J. T. Substâncias tânicas presentes em várias partes da árvore angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. var. cebil (Gris.) Alts.). **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 87, p. 441-447, 2010.

PAES, J. B.; DINIZ, C. E. F.; MARINHO, I. V.; LIMA, C. R. Avaliação do potencial tanífero de seis espécies florestais de ocorrência no semiárido brasileiro. **Cerne**, Lavras, v. 12, n.3, p. 232-238, 2006.

PEREIRA, I. R.; CARVALHO, M. **Geoprocessamento como ferramenta de identificação de áreas suscetíveis à desertificação no Rio Grande do Norte**. Natal: Impe, 2008.

PERES, L. E. P. **Metabolismo Secundário**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ)/ Universidade de São Paulo. Piracicaba, p.1-10, 2004.

PESSOA, W. S.; ESTEVÃO, L. R. D. M.; SIMÕES, R. S.; BARROS, M. E. G. D.; MENDONÇA, F. D. S.; BARATELLA-EVÊNCIO, L.; EVÊNCIO-NETO, J. Effects of angico extract (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*) in cutaneous wound healing in rats. **Acta cirurgica brasileira**, v. 27, n. 10, p. 655-670, 2012.

PIETA, P. G. Flavonoids as antioxidants. **Journal of Natural Products**, v. 63, p. 1035-1042, 2000.

PINHEIRO, H. S.; GIACOMIN, L. L.; REIS, I. M. S.; BARATTO, L. C. Avaliação do desenvolvimento e da produção de flavonoides de *Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers. (Crassulaceae) em diferentes condições de luz e nutrição. **Revista Fitos**, v. 10, n.4, 2016.

RAMOS, D. L. D.; MATIAS, J. R.; RIBEIRO, R. C.; DANTAS, B. F. **Açúcares Redutores em Plântulas de Angico Submetidas a Estresse Salino**. In: Anais do IV Workshop de Sementes e Mudanças da Caatinga, p. 83, 2014.

REIS, M. D. G. F.; DOS REIS, G. G.; REGAZZI, A. J.; & LELES, P. S. D. S. Crescimento e forma do fuste de mudas de jacaranda-da-bahia (*Dalbergia nigra* Fr. Aliem.), sob diferentes níveis de sombreamento e tempo de cobertura. **Revista árvore**, v. 15, n. 1, p. 23, 1991.

RITCHIE, G. A.; LANDIS, T. D. **The container tree nursery manual**. RNGR. 2008. Disponível em: <https://www.rngr.net/publications/ctnm/volume7>.

ROSSA, Ü. B.; ANGELO, A. C.; WESTPHALEN, D. J.; OLIVEIRA, F. E. M.; SILVA, F. F.; ARAUJO, J. C. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.(angico-vermelho) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira-vermelha). **Ciência Florestal**, v. 25, n. 4, p. 841-852, 2015.

RUBIM, A. M.; DOS SANTOS, M. R.; LAPORTA, L. V.; & BANDEIRA, J. Validação de metodologia por UV/VIS para quantificação de cetoconazol em comprimidos. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 93, n. 4, p. 510-514, 2012.

SALVAGNINI, L. E.; OLIVEIRA, J. R. S.; SANTOS, L. E. dos; MOREIRA, R. R.; PIETRO, R. C. L. R. Avaliação da Atividade Antibacteriana de folhas de *Myrtus communis* L. (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia** v.18, n. 2, p. 241-244, 2008.

SANTOS, J. S.; MARINHO, R. R.; EKUNDI-VALENTIM, E.; RODRIGUES, L.; YAMAMOTO, M. H.; TEIXEIRA, S. A. Beneficial effects of *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan extract on the inflammatory and nociceptive responses in rodent models. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 148, n. 1, p. 218-222. 2013.

SANTOS, L. G.; PEIXOTO SOBRINHO, T. J. S.; CABRAL, D. L. V.; AMORIM, E. L. C. Validação de metodologia analítica para determinação de taninos pelo método de difusão radial. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.16, n.4, p.881-885, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbpm/v16n4/a14v16n4.pdf> DOI: 10.1590/1983-084X/12\_023.

SANTOS, W. M.; SOUZA, R. M. S.; DE SOUZA, E. S.; DE ALMEIDA, A. Q.; & ANTONINO, A. C. D. Variabilidade espacial da sazonalidade da chuva no semiárido brasileiro. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, p. 368-376, 2017.

SAUERESSIG, D. **Plantas do Brasil: árvores nativas**. Editora: Plantas do Brasil, v.1, 1.ed., p.432, 2014.

SCHOBER, J. Preservação e uso racional do único bioma exclusivamente nacional. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 54, n. 2, p. 06-07, 2002.

SILVA, C. M. A. **Metabólitos Secundários De Plantas Do Semi-Árido De Pernambuco – Uma Inovação No Controle De Fitopatógenos**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife, 2013.

SILVA, P. C. G.; MOURA, M. S. B.; KIILL, L. H. P.; BRITO, L. D. L.; PEREIRA, L. A.; SÁ, I. B.; GUIMARÃES FILHO, C. Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. In: SÁ, I.B; SILVA, P.C.G (Orgs). **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Editora Embrapa; 1ª ed, cap. 1, p. 18-48, 2010.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: Da planta ao medicamento**. 6º ed. Porto Alegre: Editora UFRGS: Florianópolis: Editora UFSC, p.1102, 2010.

SOBRINHO, T. J. S. P.; GOMES, T. D. L. B.; CARDOSO, K. D. M.; AMORIM, E. D.; & ALBUQUERQUE, U. P. Otimização de metodologia analítica para o doseamento de flavonoides de *Bauhinia cheilantha* (Bongard) Steudel. **Química Nova**, v. 33, p. 288-291, 2010.

SOUZA, J. N.; PEDROSO, N. B.; BORGES, L. L.; OLIVEIRA, G. A.; PAULA, J. R.; & CONCEIÇÃO, E. C. Optimization of Ultrasound-assisted extraction of polyphenols, tannins and epigallocatechin gallate from barks of *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville bark extracts. **Pharmacognosy Magazine**, v. 10, n. Suppl 2, p. S318, 2014.

SOUZA, E. G. F.; SANTANA, F. M. S.; MARTINS, B. N. M.; PEREIRA, D. L.; JÚNIOR, A. P. B.; SILVEIRA, L. M. Produção de mudas de cucurbitáceas utilizando esterco ovino na composição de substratos orgânicos. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 8, n. 2, p. 175-183, 2014.

SOUZA, M. A.; LOPES, R. A.; BATISTA, A. G. U.; KASAI, A.; LOPES, P. E. V. P.; REGALO, S. C. H.; PETENUSCI, S. O. Hepatotoxicidade de plantas medicinais. L. Ação da infusão de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan no camundongo. **Investigação**, v. 7, n. 1-3, 2007.

SUDENE. Conselho Deliberativo da SUDENE. **Delimitação do Semiárido**, 2017. Disponível em: <<http://www.sudene.gov.br/delimitacao-do-semiarido>>. Acesso em 20 jan. 2020.

TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Áreas e Ações Prioritárias Para a Conservação da Biodiversidade da Caatinga**. In: LEAL, I.R; TABARELLI, M; SILVA, J. M. C (Orgs.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, p. 822, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed. p.81, 2009.

TROLEIS, A. L.; SANTOS, A. C.V. **Estudos do Semiárido**. 2. Ed. Natal: EDUFERN, p.168, 2011.

VIANA, M. L.; Giamminola, E.; Russo, R.; Ciaccio, M. Morphology and genetics of *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Fabaceae) tree from Salta (Northwestern Argentina). **Revista de biologia tropical**, v. 62, n. 2, p. 757-767, 2014.

WAKSMUNDZKA, H. M.; SHERMA, J.; KOWALSKA, T. Thin layer chromatography in phitochemistry. **Chromatographic Science Series**. v. 99; 2008.

YAO-LAN, L.; SHUANG-CHENG, M.; YI-TING, Y.; SHAO-MING, Y.; PAUL, H.B. Antiviral activities of flavonoids and organic acid from *Trollius chinensis* Bunge. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 79, p. 365-8, 2002.

ZUANAZZI, J. A. S. **Flavonóides**. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMAN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R (Orgs). *Farmacognosia – da planta ao medicamento*. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da Universidade, 2. ed. p. 489-515, 2000.